



YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

1998-9

ヤマハ発動機 技報

No. 26



目 次

製品紹介

- ① **高速ディスペンサー HSD**
High Speed Dispenser HSD
民輪剛志
- ③ **ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器**
YAMAHA Built-in Alkaline Ion Water Supplier
大橋喜四郎／上川秀哉
- ⑤ **インショア用船外機**
Outboard Motors for Inshore
尾上昭博／荻野 浩
- ⑦ **新型マリンギヤHM130**
New Marine Gear HM130
鈴木孝叔
- ⑨ **4サイクル船外機 F4A**
Four Stroke Outboard Motor F4A
野末季宏／川向謙次／阿部晃志
- ⑫ **リビングメイト YCHJ80M**
Living Mate YCHJ80M
平 一成
- ⑯ **ヤマハSHシリーズ 20馬力**
YAMAHA GHP New 20HP
有村正嗣
- ⑰ **2WD Utility ATV 1999 BearTracker YFM250XL**
Todd Booth／Eiji Kato／Akihiro Tsuzuki／Hirohisa Imai／Reed Shupe／Andrew Metzger／Troy Mann
- ⑳ **XJR1300**
XJR1300
松木潤央／小林泰之／月花良市／齊藤 稔／南雲修一
- ㉑ **環境対応2サイクルエンジンオイル オートルーブスーパーバイオ**
Two Stroke Engine Oil "Autolube Super BIO"
矢代善伸／河部秀明／高橋邦男
- ㉓ **50ccスクータ Nitro**
50cc Scooter Nitro
赤尾拓也／Laurent Derche
- ㉔ **ニュージョグ YV50**
New JOG YV50
石井喜好

技術紹介

③③ スクータ用盗難抑止装置 G-LOCK

Development of Theft Restraint Device G-LOCK for a Scooter
岡本泰雄／鈴木 仁

③⑧ スノーモビル用ブレーキシステム

Brake System for Snowmobile
竹内 均

④① ものづくり改革 イグニッショニコイル

Reform of Manufacture, Ignition Coil
朝枝史郎／柳沢 豊

④④ 中間洗浄 地球に優しい小型遠心分離装置の開発

Development of a Compact Centrifugal Oil Separator for Environmental Conservation
戸田伊知郎

④⑦ マジェスティ250搭載のABS

ABS System for Majesty250
河合秀夫／梶原邦夫／瀬戸宏昭／高田祐司／山本幹雄

技術論文

⑤① 車イス用電動補助ユニットの制御システム

Control System Design of Auxiliary Electric Power Units for Wheelchair
内山 敦／福井 巧

⑤⑥ ファジィモデリングにおけるメンバシップ関数配置に関する一提案

A Proposal of Allocation of Membership Functions for Fuzzy Modeling
藤目葉子／山口昌志

高速ディスペンサー HSD

High Speed Dispenser HSD

民輪剛志 Takeshi Tamiwa

●IM事業部 技術室

1 はじめに

表面実装技術は、高機能を求めるパソコンや携帯電話などの電気製品から信頼性を求める自動車部品まで、広く利用されるようになった。表面実装技術の普及に伴い、表面実装システムの市場は急速に発展した。ヤマハ発動機(株)(以下、当社という)のディスペンサーとマウンタは、その信頼性とコストパフォーマンスにより好評を得ている。年々スピードアップするマウンタの生産タクトに対応するために、ディスペンサーの高速化が必要になった。また、同時に電子部品の小型化が進み、実装密度が高まることにより、塗布量や塗布位置の精度が求められるようになった。今回は、高速・高精度塗布を実現させたディスペンサーであるHSD(図1)を紹介する。

2 開発の狙い

高速・高精度・低価格の3点を主眼として開発した。

(1) 高速性

カタログ上での商品アピールも考慮して、塗布スピードの目標を最適条件(3mmピッチ移動時)0.1s/dot以下とした。

マウンタと共に鉄物ベースを採用し、機械剛性を向上させ、ディスペンス動作に最適な加減速を得られる軸構成とした。また、新サーボソフトの開発により、位置決め時間を短縮し、その結果、最適条件0.0850s/dotを達成した。

(2) 高精度

塗布量精度:±5%以内(3σ)、塗布位置精度:±0.1mm以内(3σ)を目標とした。塗布量を安定させるために高速塗布が可能なプランジャポンプヘッド(図2)を開発し、塗布位置精度確保のために画像認識によるワークの位置検出装置を標準装備した。

図3に塗布径分布を、図4に塗布位置分布を示す。



図1 HSD

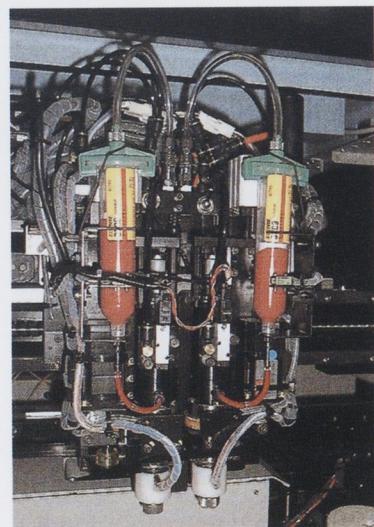


図2 プランジャポンプヘッド

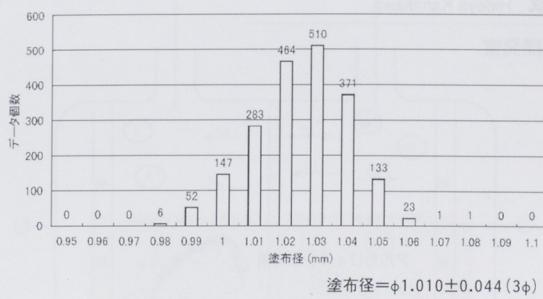


図3 塗布径分布

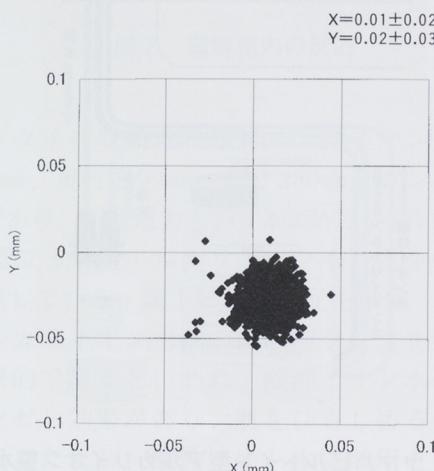


図4 塗布位置分布

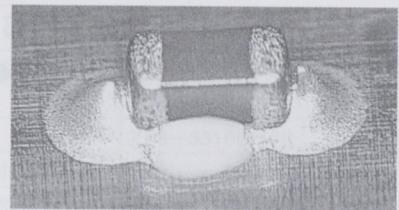


図5 塗布例

3 基本仕様

表1にHSDの基本仕様と、開発当時に世界最速であった他社ディスペンサーとの比較を示す。

表1 他社との仕様比較

機種	HSD	C社 (U.S.A.)
基板寸法 (mm)	L407XW407	L450XW450
分解能 (mm)	0.0012	0.025
繰り返し位置決め精度 (mm)	0.01	0.05
塗布位置精度 (mm)	± 0.1 (3σ)	± 0.075 (3σ)
塗布タクト (s/dot)*	0.085	0.0857
塗布量精度	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$
ヘッド数	2	2
塗布方法	プランジャポンプ式	スクリュポンプ式
ヘッド回転軸	$\pm 180^\circ$ (0.01°単位)	なし
電源	AC200~240V	AC230V
外形寸法 (mm)	L1650XW1258XH1810	L1524XW1437XH1840
本体重量 (kg)	約1000	1988
定価 (日本円)	1,280万円	3,000万円

*塗布タクトは最適条件 (3 mmピッチ移動)

(3) 低価格

当社マウンタと同程度の価格を目標とした。マウンタとの部品共通化を可能な限り行い、国内定価1,280万円を実現した。

(4) その他

前記以外の新機能として、

- ①ヘッドの回転軸をサーボ化しワークに対する対応力を向上させた。
- ②ワークの反りを規正するワーク固定装置を装備した。
- ③塗布素材の粘度を安定させるために、PID制御の温調機を採用した。

図5に塗布例を示す。これは、1 mm × 0.5 mmの角チップ部品の導通を銀ペーストで取り、ショート防止に絶縁ペーストを中心に塗布した例である。

4 おわりに

表面実装業界において、ポンプを使ったディスペンサーは少数であり、開発当初は戸惑うことが多かった。結果として、世界最高レベルの製品にできたと考えている。高速・高精度塗布の要求は数多くあるので、今後は今回得た技術を、表面実装にこだわらずに製品展開していきたい。

ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器

YAMAHA Built-in Alkaline Ion Water Supplier

大橋喜四郎 Kishirou Ohashi 上川秀哉 Hideya Kamikawa

● (株) アイアイシー 商品開発室

1 はじめに

前号 (No25) にてビルトイン浄水器を紹介したが、浄水器は「よりおいしくまた安全な水」を提供するのが役割である。このおいしく安全な水の次に求められることは「より健康に良い水」ということになる。

近年の健康ブームが高まる中、数年前に一大ブームとなったのがアルカリイオン整水器である。当初は一部のメーカーが訪問販売を中心に市場導入していたが、大手家電メーカーが参入して以来、一気に市場が拡大し現在にいたっている。

(株) アイアイシー (以下、当社という) では、今年の2月より当社として初めてアルカリイオン整水器をヤマハリビングテック (株) へOEM供給を開始し市場導入した。今回、この新規商品「ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器」について概要を紹介する。

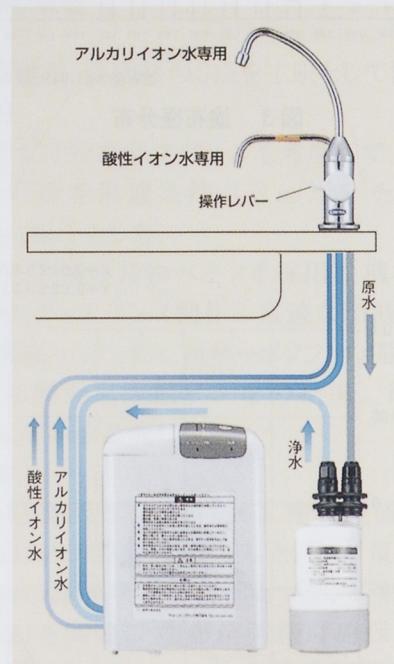


図1 ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器

2 開発の狙い

アルカリイオン整水器は、必ず浄水器をセットして使用されている。当社の浄水カートリッジの市場拡大のためカートリッジの共通化を前提に、またアンダーシンク (ビルトイン) タイプという特徴を考慮して開発にあたり、次の四つの項目を重点目標とした。

- ① コンパクトでシンク下のスペースが広くとれる
- ② カートリッジは既存のカートリッジと共通使用
- ③ 施工が簡単
- ④ カートリッジ交換が簡単

3 製品の概要

アルカリイオン整水器は、図1に示すように、浄水器 (カートリッジ部) と電解槽 (アルカリユニット部) 及び専用水栓から構成されている。

まず、浄水器内の活性炭で水道水中のカルキ臭や有機物を除去し、次に中空糸膜で、赤さび、微粒子、細菌などを除去する。その後電解槽内のセパレータにより陰極槽と陽極槽へ水路を分けて電気分解し、陰極側でアルカリイオン水を、陽極側で酸性イオン水を生成する。電解槽内の反応を図2に示す。

電極には耐久性に優れたチタン白金電極を使用し、さらに、陰極へのスケール付着防止を配慮して、アルカリイオン水を積算して10分以上使用した後に止水すると、自動的に電極部の洗浄を行う機能を装備した。

生成されるアルカリイオン水のpHは水道水の水質により異なるが、pHの強弱は4段階の切り替えボタンにより調整できる。また、備品のpH測定キットにより、生成されたアルカリイオン水のpHを確認することもできる。

浄水器のカートリッジは、交換を容易にすることを考え、アルカリユニット部とカートリッジ部とは別体とした構造になっており、その間をホースで連結している。

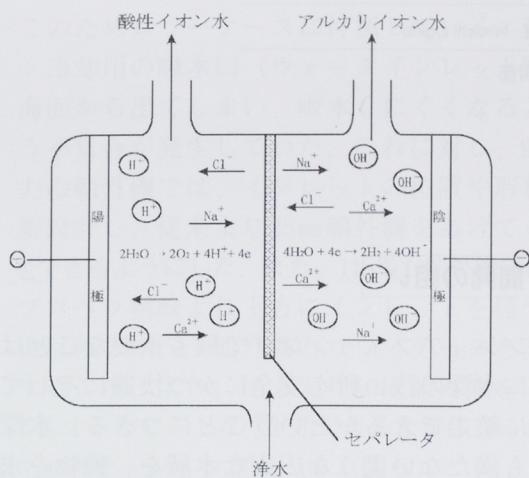


図2 電解槽内の反応

シンク下に収納されるアルカリイオン整水器は幅200mm、奥行き99mm、高さ280mmとコンパクトな設計であり、消費電力もわずか35Wと少ないながら、1分間に3L（アルカリイオン水）と十分な流量を確保している。表1に仕様諸元を示す

アルカリイオン水は、体のバランスを整えるのに効果的であるといわれ、酸性イオン水は、アストリンゼン効果があり、肌をひきしめるといわれている。ただし、酸性イオン水は飲用としては利用できない。

切り替えボタンにより、浄水のみの使用も可能である。

4 おわりに

今回紹介した、ビルトイン型アルカリイオン整水器はヤマハリビングテック(株)向けOEMモデルであるが、現在当社で進めている新規販路開拓に合わせ、操作性をさらに向上させた改良モデルへの商品展開中である。今後より一層の市場拡大に務めたいと考えている。

表1 仕様諸元

型式の呼び名	OH-A30Y
種類	II形
専用栓	XF8-5316L-00
取り付け穴径	38φ
安全装置	逆止弁
定格電圧	AC100V 0.5A 50/60Hz
消費電力	約35W
待機時消費電力	5W以下
本体寸法	幅200mm×奥行き99mm×高さ280mm
重量	約3kg(未使用時)
イオンンサブライヤー	使用可能水圧 70kPa～750kPa(0.7kgf/cm ² ～7.5kgf/cm ²)
標準流量	アルカリイオン水:3L 酸性イオン水:1L
電解能力切り替え	電解強度4段階設定
pH	アルカリイオン水:7.5～9.5 (水質により異なる) 酸性イオン水:4～6.5
本体	連続使用可能時間 約10分
電源コード長さ	約2.5m
電源保護装置	ガラス管ヒューズ:3.15A
浄水カートリッジ品番	JC-101
ろ材	不織布,粒状活性炭,中空糸膜
除去対象物質	残留塩素,濁度
ろ過能力	残留塩素(2ppm) 10,000L 濁度(10度) 5,000L (2度) 25,000L(社内試験)
浄水カートリッジ	浄水カートリッジ寸法 φ101mm×183mm 毎日放流時間 10秒以上 浄水カートリッジ 12ヶ月(1日25L使用の場合)※1 交換時期の目安 浄水カートリッジ重量 480g(未使用時)
除去できる成分	一般細菌,大腸菌,残留塩素(カルキ臭),濁度(鉄配管内の赤さびや水中の各種の濁り)※2
除去できない成分	水の中に溶け込んでいる金属イオン,塩分など,0.1ミクロン(1/10,000mm)以下の粒子,ウイルスなど

上水道専用。井戸戸には使用できない。

※1 水質の違いにより、浄水カートリッジの寿命は異なる。

※2 硬水を軟水に変えるできない。

インショア用船外機

Outboard Motors for Inshore

尾上昭博 Akihiro Onoue 萩野 浩 Hiroshi Ogino

●三信工業（株） 第1技術部

1 はじめに

アメリカ合衆国においては、オフショア、バス、パイクなど色々なフィッシングが行われている。中でも最近ポピュラになってきたのが、図1にしめすようなインショアフィッシングである。このインショアフィッシングとは、主にフロリダ周辺やテキサス南部に広がる広大な浅瀬を、ルアー、フライ、餌などを狙う獲物に対し使い分けながら、ターポンという1m以上もある魚や、トラウト、シーパス（いずれもマスの一種）を釣るスポーツフィッシングである。今回、このような市場に対し、新たに90馬力（図2）と115馬力（図3）船外機を開発したので紹介する。



図1 インショアフィッシング



図2 Inshore 90



図3 Inshore 115

2 開発の狙い

インショアフィッシングで最も重要なことは、いかに水深の浅い所を安全にかつ快適にそして、自由に航走できるかということにつきる。水深15cmにも満たないような広大な水域を、獲物を求め80km/h以上で航走する。このような状況下で、不安なく快適に航走できることが、船外機に求められる商品性である。このための必要な要件を整理し、開発を行い、90馬力と115馬力の2種類の船外機を開発した。いずれの機種も船外機本体は生産機を共通使用し、ロワーケースを新作することで浅瀬市場によりマッチングするよう開発をした。

3 使用概要

以下に、これらのインショア船外機用に開発したロワーケースの主な部分の概要を説明する。

①ウォータインレット（冷却水吸入口）

水深の浅い所を航走するため、市場では船外機を船に対して高い位置に取り付け（ハイマウント），船外機のスケグ（図4）やプロペラがなるべく海底に当たらないようしている。

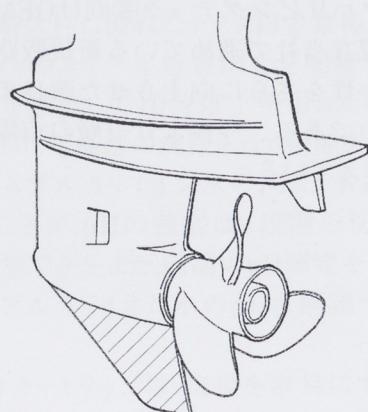


図4 スケグ

このためロワーケースに付属しているエンジン冷却用の吸水口（ウォータインレット）が海面から出てしまい、吸水しにくくなるという不具合が発生していた。これに対し、90馬力の船外機では、インレットの位置や形状を新設計し、従来より25mm船外機をあげても航走できるようにした。また、115馬力船外機では、プロペラ軸線より下方にインレットを持つ二重反転プロペラ船外機のロワーケースを流用することにより、従来より50mm船外機を上げてもオーバヒートなく航走できるようになった。

②キャビテーションプレート（図5）

船外機をハイマウント状態で船に取り付けると、エアドロー（空気巻き込み）により、加速性能が悪化する。そこで、インショア用船外機ではキャビテーションプレートを大きくし、水面からプロペラへのエア混入を減少させ、加速の改善をはかった。

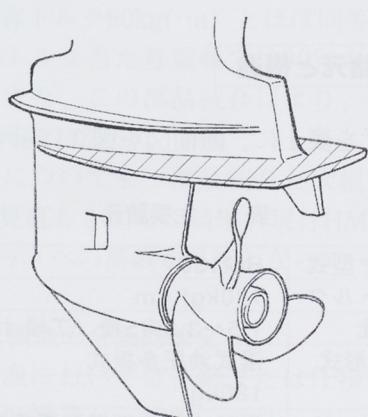


図5 キャビテーションプレート

③スケグ

ハイマウント状態で船外機を船に取り付けても、市場によってはスケグが海底に接触しながら航走してしまうことがあります。このためスケグが摩耗してしまう。今回のロワーケースでは、スケグの耐摩耗性を確保するためスケグの大きさと厚さを拡大し、要求される寿命を確保できるようにした。

4 おわりに

インショア市場では、地域や目的に応じて色々なタイプの船がある。特にテキサス州南部のメキシコ湾沿岸ではトンネルボートという船があるが、フラットな船底にトンネル状のへこみを設け、その後ろにプロペラが位置するよう船外機を設置するようにしたものである。これはプロペラを船底に対し上側に配置しても推力が得られるため、15cm位の浅瀬でも航走可能という特徴がある。今回、上記に述べた90馬力と115馬力のインショア船外機に加え、バスボート用に開発した二重反転プロペラ船外機をインショア用に新規に設定し、この地域に導入した。この二重反転プロペラ船外機とトンネルボートとの組み合わせにより、二重反転プロペラの一つの特性である“プロペラ水没部が少なくとも航走可能”を生かし、今までになく、さらに水深の浅い水域でも航走できるようになった。二重反転プロペラ船外機の特性を生かす、新しい用途の一つである。

インショア市場は、バスフィッシング市場に比べるとまだ規模的には小さく発展途上の市場であるが、現在インショア用として専用モデルを出しているのはヤマハ発動機（株）だけである。今後、まだ伸びが期待できる市場であり、今後さらに市場にマッチした船外機を開発していく。

●著者



尾上昭博



荻野 浩

新型マリンギヤHM130

New Marine Gear HM130

鈴木孝叔 Takayoshi Suzuki

●三信工業（株） 第2技術部

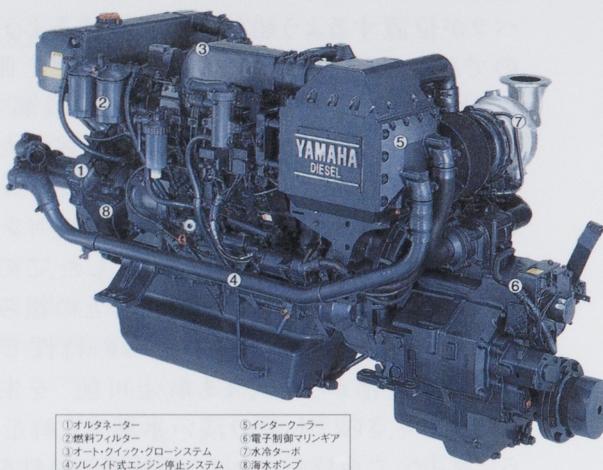


図1 MD690KUH

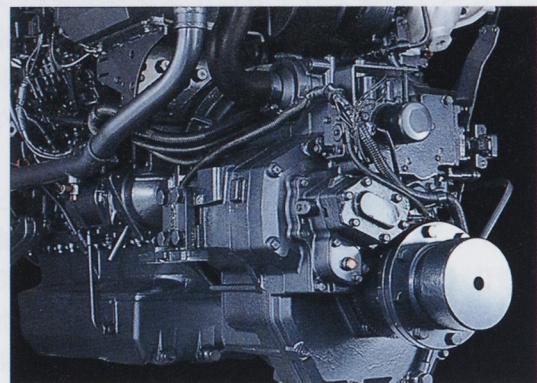


図2 HM130

1 はじめに

漁船、遊魚船などに搭載される舶用ディーゼルエンジンは、漁船法馬力規制の中ではますます出力馬力が向上する方向にあり、今回最大出力420PSの新型エンジンMD690KUHを発売した（図1）。

エンジンと組み合わせて使用される逆転減速機（以下、マリンギヤという）についても、この高馬力のエンジンに対応した新型マリンギヤHM130（図2）を市場導入することとなったので、その概要を紹介する。

3 主要諸元と構造

主要諸元を表1に、断面図を図3に示す。

表1 主要諸元

マリンギヤ型式	HM130
適合最大トルク	130kgf・m
減速比	1.5～3.5の5種（工場オプション）
クラッチ形式	湿式油圧多板式
重量	180kg
その他	電子式微速制御装置標準装備

2 開発の狙い

HM130は久しぶりの全面新作モデルであることから、現行機種の類似設計でことすますことなく、今後の基幹モデルとしてふさわしい内容を目指し、以下の4項目を重点化して開発を行った。

- (1)過酷な使用業務環境に耐えられる信頼性の確保
- (2)上記を達成した中での、軽量化と小型化
- (3)主要機能である微速機能の全面改良
- (4)商品寿命の延伸構造設計

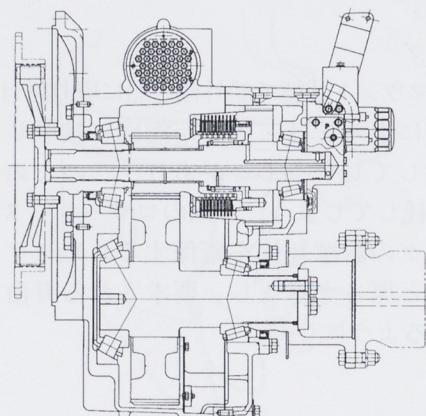


図3 断面図

4 特徴

4.1 信頼性の確保

駆動部品であるギヤやシャフトおよびペアリング類については、現行機設計安全率以上の寸法と容量を確保するなど、設計品質の向上を行うとともに、ギヤ歯当たりなどの製造品質についての信頼性向上策も併せて実施した。

クラッチ作動油圧用オイルポンプや冷却用オイルクーラーなどの機能部品についても大型化を実施し、クラッチ伝達余裕の拡大および作動温度の低減などを図った。また、シール部分の削減および構造変更による漏れ防止策強化など多数の改良を行い、現行機以上の信頼性を確保した。

4.2 軽量化と小型化

軽量化のため、ケース類については鋳鉄からアルミ鋳物へ変更するとともに、部品統合による重複重量の低減を積極的に行い、現行HM90型マリンギヤ（許容トルク90kgf·m）とほぼ同等重量、すなわち許容トルク当たり重量では30%の軽量化を達成した。また、この部品統合により、製造コストの低減も可能となった。

小型化についても、部品統合と大幅な部品レイアウトの見直しを図った結果、現行HM90と同一エンジンベットへの搭載が可能となっている。

4.3 微速機能の全面的改良

実際の漁においては、網または仕掛けなどを流しながらの操業が一般的であり、ゆっくりと艇体を進めることが重要となる。

このため、マリンギヤでは駆動用の油圧クラッチを人為的に滑らせ、ゆっくり進む機能を微速装置として提供している。微速装置の簡略構造を図4に示す。

HM130では、油圧およびシフト位置センサの追加、これらセンサ信号増加も含めた電子制御プログラムの全面的変更、油圧制御弁の高分解能化などを図り、制御反応速度の向上や制御安定性の向上など大幅な使い勝手の改善を達成した。

また、高度化した電子制御装置のメンテナンス性を考慮し、センサ類の故障自己診断機能も付加した。

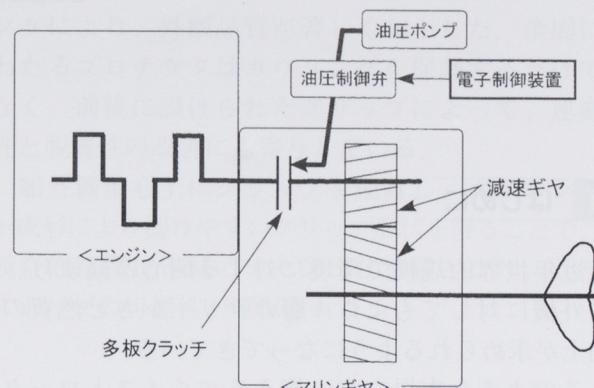


図4 微速装置の簡略構造

4.4 商品寿命の延伸構造設計

マリンギヤは最終商品である漁船などからすれば一部品であるが、この部品としての商品寿命を延ばすため、エンジン接続部分をユニット構造とし、汎用性を高めた。これにより、他エンジンへの結合を必要とした場合、容易かつ低コストに対応できることとなった。

また、エンジンとの機能分離を進め、どのようなエンジンへの取り付け也可能にする構造とした。

5 おわりに

漁師さんの「今度の微速装置はよくなつた」の言葉は、開発担当者としては何にも代え難いものであり、開発の苦労を吹き飛ばす最大の良薬であった。今後もお客様に喜ばれる商品作りを目指して行く所存である。

4サイクル船外機 F4A

Four Stroke Outboard Motor F4A

野末季宏 Toshihiro Nozue 川向謙次 Kenji Kawamukai 阿部晃志 Koji Abe

●三信工業（株） 第1技術部

1 はじめに

近年世界的規模で環境に対する関心が高まり、船外機に対してもより一層のクリーンさと燃費の向上が求められるようになってきている。

このような市場の声に答えるべく4ストローク船外機のラインナップを整えてきたが、今回はその中でもベーシックモデルであるF4A（図1）について紹介する。

2 開発の狙い

初めて船外機を使う人や女性、子供に対して優しい船外機であることを念頭に置き、「軽い」をキーワードに現行2ストローク小型船外機の軽量、取り扱い性のよさと4ストローク船外機の低速時の静肅性、経済性の両立を目指した。

3 主要諸元

主要諸元を表1に示す。

表1 主要諸元

エンジン	タイプ	4サイクル単気筒OHV
ボア*ストローク	59*41mm	
排気量	112cm ³	
圧縮比	8.4:1	
プロペラシャフト出力	2.9kw (4ps) / 4,500rpm	
気化器形式	1キャブレタ	
潤滑方式	ウエットサンプ,飛沫潤滑	
燃料タンク容量	1.1L	
オイルパン容量	0.5L	
冷却方式	水冷	
点火方式	TCI固定進角	
始動方式	手動式リコイルスタータ	
ドライブ	シフト	前進一中立一後進
	減速比	13:27 (2.08)
	トランサムハイト	S,L
その他	チルト段	5ポジション
	浅瀬航走	3ポジション
	重量	22kg (Sトランサム仕様)



図1 F4A

4 使用概要

エンジンとカウリング概要を図2に、コントロールとブラケットおよびロワー概要を図3に示す。

4.1 エンジンスタータ

エンジン開発にあたり、信頼性の確保、開発負荷や投資削減の狙いから、市場実績のあるYLM342（手押し芝刈り機）エンジンの構造と部品の流用を図った。

船外機化にあたっての比出力向上対策としては、高回転化とともにヘッドシリンダへの中子ダイキヤスト製法の採用により、特に吸気性能を向上させることで対応した。

また、船外機としては初めて樹脂製のタイミングギア付きカムシャフトを採用し、低騒音と軽量化を実現した。カムシャフトにはメカニカルデコンプ機構が装備されており、大型マニュアルスタータとの相乗効果により、同クラスの2ストローク船外機同等の始動荷重を実現している。

4.2 電装

船外機向けに専用化されたTCIユニットにより、強く長い放電性能を実現した。特に、始動時の低回転域における着火性を向上させることで、比較的力が弱くスタータの引っ張りスピードを上げられない女性や子供でも確実に始動可能となった。また、部品点数の削減により材料費の低減のみならず、組み立て性やメンテナンス性も大幅に向上した。

4.3 フューエル

様々な市場用途に対応するため、内蔵燃料タンクと外部タンク用のコネクタジョイントを装備した。レバー式の切り替えコックにより、航走中においても簡単に燃料供給系が換えられ、例えば内蔵タンクをリザーブとして使用することも可能である。

4.4 カウリング

先進的なデザインと光沢性のある樹脂製カウリングにより、外観品質が著しく向上した。全周にわたるプロテクタはカウリングを保護するだけでなく、前後に設けられたグリップによって、運搬性と脱着性の改善にも寄与している。

船外機重心上にグリップを配置し、ガスアシスト成形により握りやすいグリップ形状を得ることで、競合他社機18%減のアセンブリ重量となり、クラストップの可搬性が確保された。

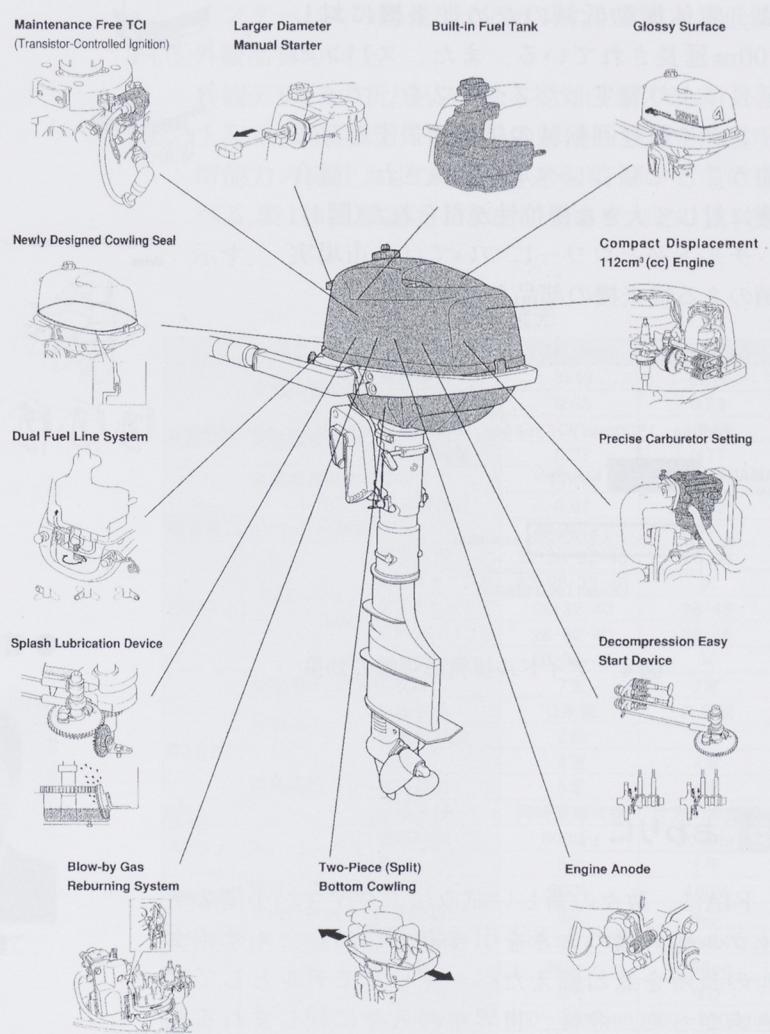


図2 エンジン、カウリング概要

4.5 コントロール

先述のプロテクタの前面にチョークノブとストップスイッチを配置し、操作性を向上させた。また、4ストローク化に伴うハンドルグリップ振動の増加に関しては、ステアリング取り付け部のラバーマウント化とグリップ先端のウエイトで対応し、2ストローク同等レベルの振動値を得た。

4.6 ブラケット・ロワー

操船性を高めるため、360度のステアリング操作が可能なフルピボット式のマウント構造を採用した。マウントスパンは、艇体振動低減のため従来機に対し100mm延長されている。また、スパンの延長により発生したスペースを、アイドリングや低速回転域の排気膨張室として使うことで騒音レベルが低減され、競合機に対して大きな優位性が得られた(図4)。

チルト系とロワーについては、市場実績のある従来機の部品を流用した。

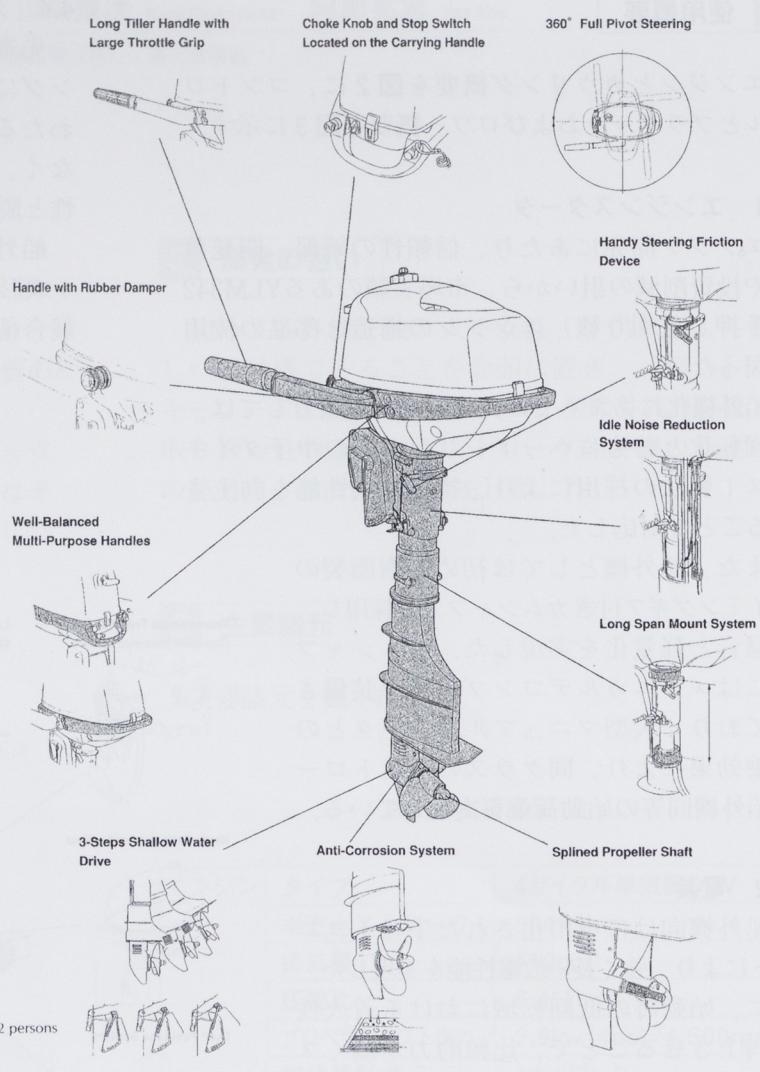


図3 コントロール、ブラケットおよびロワー概要

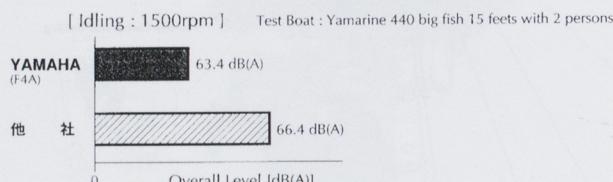


図4 アイドル排気膨張室の効果

5 おわりに

F4Aは、数々の新しい試みによりヤマハ小型2サイクル船外機のよさを引き継ぎながら、4サイクルの長所を兼ね備えたベーシックモデルとしてできあがった。今後、世界中の人々に親しまれる船外機になると確信している。

●著者



野末季宏



川向謙次



阿部晃志

リビングメイト YCHJ80M

Living Mate YCHJ80M

平 一成 Kazushige Taira

●GHP事業部 開発室

1 はじめに

ヤマハ発動機株は、業務用モデルからの発展形として開発された家庭用モデルのガスヒートポンプ（以下、GHPという）を、ハウジングマルチエアコンとして以前より販売してきた。今回、従来のような開発方法ではなく、新設計で家庭用モデルを目的としたYCHJ80Mの開発を行ったので、以下にその概要を紹介する（図1、図2）。



図1 YCHJ80M室内機

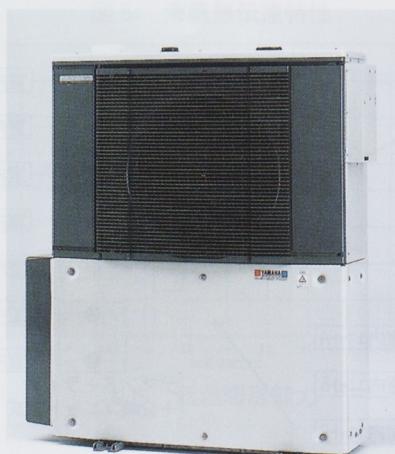


図2 YCHJ80M室外機

2 新商品のコンセプト

新世代ハウジングマルチの開発を目的として、次の5項目を重点に開発を行った。

① 物件適合性

室内ユニット機種を3タイプ6機種から5タイプ17機種へ追加し、7台接続先着優先運転と暖房時5台同時運転を可能にした多室接続性の向上

② 空調性能の向上

低温暖房能力の向上や床暖房運転を追加することによる暖房性能の向上

③ 環境性向上

NOx低減（モード値200ppm化）やカウンタやトルクおよびバランサによる起動時振動低減、および部品の一体化や樹脂材料の表示によるリサイクル性向上

④ コスト低減

構造や部品製造方法の見直しによるイニシャルコスト低減や冷房運転効率向上、メンテナンスインターバルの延長によるランニングコスト低減

⑤ 外観品質の向上

外観デザインの折り込みによる視覚印象の改善
上記重点項目より、7台接続先着優先運転と低温暖房能力の向上および床暖房運転について主に述べる。表1に仕様諸元および従来モデルとの比較を示す。

表1 仕様諸元

項目		YCHJ80M	従来モデル
性能関係	定格冷房能力	冷房能力 ガス消費量	8kW 0.65
	定格暖房能力	暖房能力 ガス消費量	10kW 0.77
	低温暖房能力 (-10°C)	暖房能力 ガス消費量	11kW 0.92
騒音値(1m×1m)冷房標準		49dB(A)	←
室内ユニット	バリエーション (kW)	壁掛け形	22・28・32・40
		壁ビルトイン形	22・28・32・40
		天井カセット形	28・32・40
		天井ビルトイン形	36・45
		埋め込み形	36・45
組み合わせ	接続条件(最大接続数)		7室
	分岐ユニット	接続位置	D系統
		最大接続数	各系統
メンテナンスインターバル	冷房		4室
	暖房能力		4室
	分岐系統		4室
電気関係	運転時間		6000hr
	期間		2000hr
室外ユニット外形寸法(幅×奥行き×高さ)	機器全体の電源電圧	200V	100V
	室内外接続方法(接続数)	3芯	4芯
800×380×1730		800×380×1730	800×380×1730
使用部品	エンジン	排気量	363cc
		バルンサ	あり
		使用回転数	800～3200rpm
		コンプレッサ形式	スクロール
構造体	SC制御		SH制御
	フレーム	アルミダイキャスト	板金溶接
		正面カバー	樹脂(AES)
		左下カバー	樹脂(PP)
		板金	板金

3 開発内容

以下に代表的機能 3 点について、狙いおよび技術内容を紹介する。

①施工自由度の向上（多室接続の改善）

現在、日本の新築住宅の平均広さは約138m²である。この広さのうち居住空間のみを空調すると、冷房能力で約14kWが必要になる。ところが、部屋数・居住人数・エアコンの移設を考慮すると、最大 7 室接続・同時運転 4 室のシステムでは、実用上前述広さの住宅を 8 kW の冷房能力にて空調可能となる。

このコンセプトを完成するため、室外ユニット・室内ユニット接続の一般的 3 方式（デマンド分岐方式・ライン分岐方式・分岐ユニット方式）を、一台の室外ユニット内での組み合わせ選択を可能にする新しい接続方式（YCHJ80M 分岐方式、図 3）を採用した。この接続方式により、従来の方式で存在した同時運転する室内ユニットの制限をなくし、冷房 4 台・暖房 5 台の室内ユニットを自由に組み合わせての運転を可能とした。

②暖房能力の向上（リビング Y-HOT システム）

GHP は暖房用熱源として、室外空気に加えエンジン排熱を利用している。従って、暖房性能向上のためには、エンジン排熱を効率よく冷媒に伝える排熱回収熱交換器の開発が必要になる。排熱回収熱交換器は図 4 に示す二重管方式を採用しており、冷媒側（内面）熱伝達は沸騰熱伝達となる。沸騰熱伝達は通常の熱交換と異なり、図 5 に示す特性がある。その特性は、加熱面の過熱度（横軸）に対して熱流束（縦軸）が低下傾向に変わるバーンアウト点が存在することを示している。従って、加熱面の過熱度を抑え、過熱度をバーンアウト点以下に設定する必要がある。

本モデルでは、今回、排熱回収熱交換器の容量を大型化し、冷却水温度を下げ、エンジンからの排熱回収を効率化するとともにエンジン回転数を制御し、エンジン排熱量を適正化している。以上の熱交換の改善により図 6 に示す暖房能力を確保した。

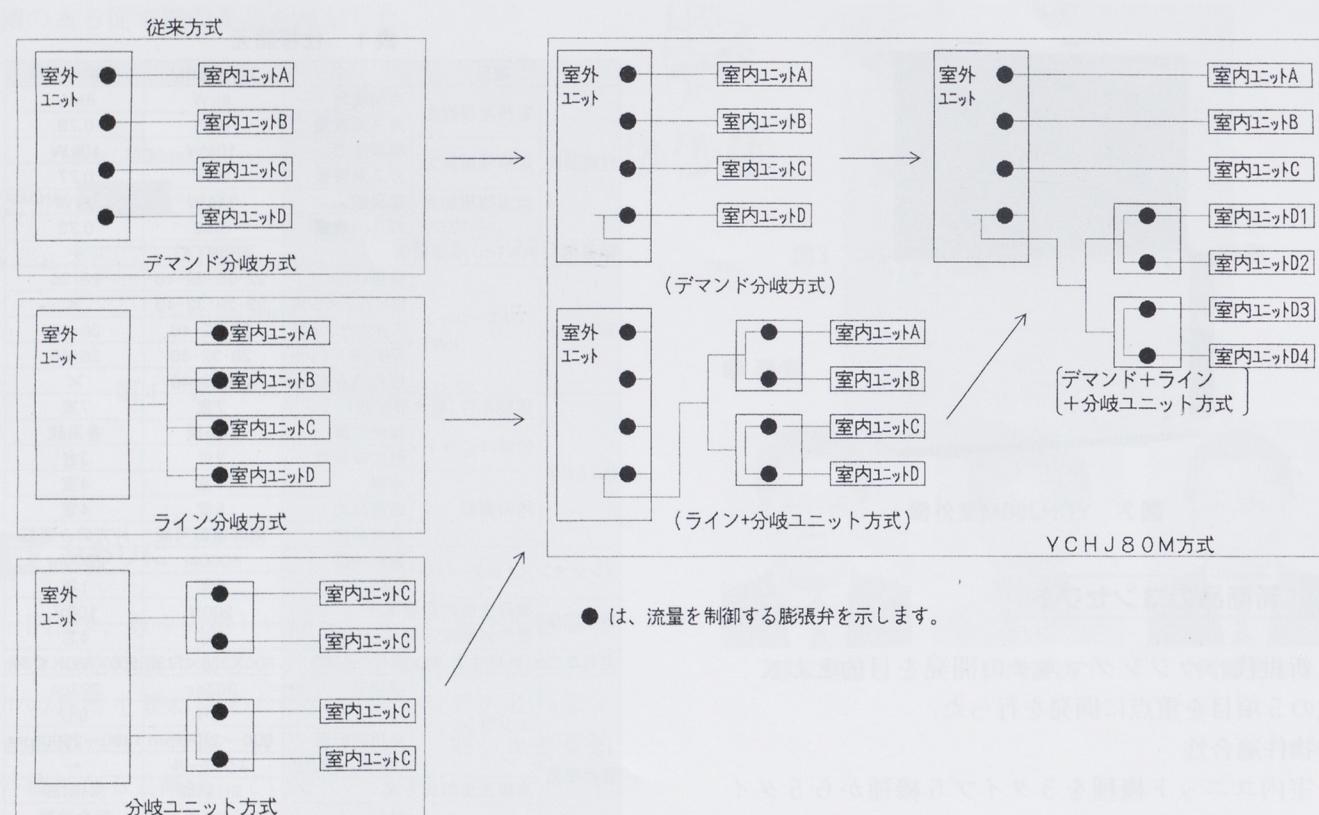


図 3 YCHJ80M 分岐方式

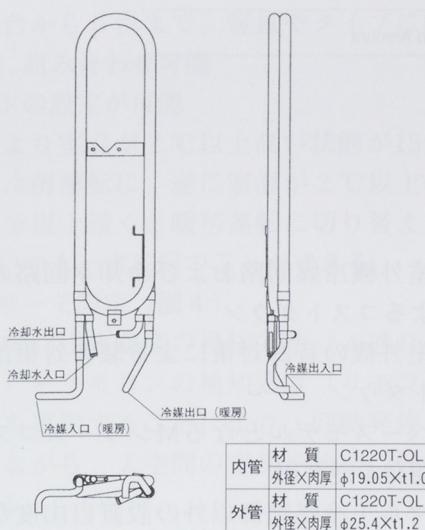


図4 廃熱回収熱交換機

単独運転時の加熱性能は図8に示すように、定格点にて加熱能力5kW、運転効率(COP)120%と高い性能を得ている。また、室内ユニットを一台運転中に床暖房の運転を追加した場合の床暖房能力追加運転効率は200%に達している。

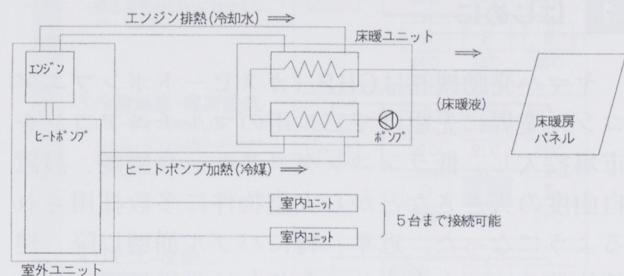


図7 床暖房概念図

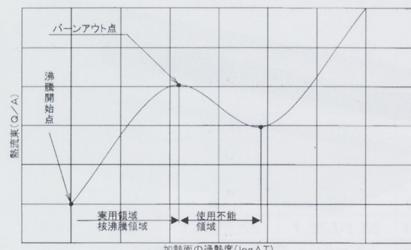


図5 沸騰熱伝達特性

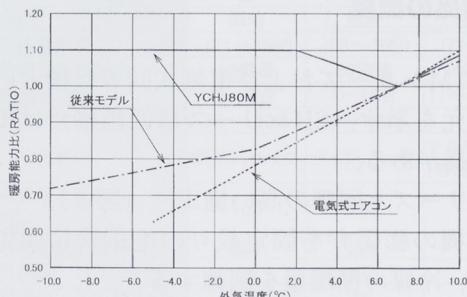


図6 低温暖房能力

③快適性の向上（床暖房機能の追加）

以前より、床暖房は快適性と経済性を両立した暖房方法として認められてきたが、近年床暖房パネルの改良が進み、パネルおよびパネルの施工費が下がり急速に普及している。本モデルでは、エンジン排熱および室外ユニットのヒートポンプ加熱能力を有効に利用した、床暖房機能を搭載したモデルを設定した。床暖房の運転は、暖房期間を通して常に使用可能である。図7に示す構成により、ヒートポンプとエンジン排熱による効率的な床暖房を提供している。床暖房

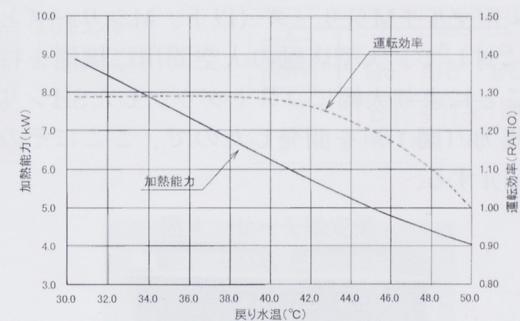


図8 床暖房性能

④その他

その他、エンジンへのバランサ搭載による振動低減、ランニングコスト低減としての運転効率向上とメンテナンスインターバルの延長、環境対策としてNOxの低減と部品一体化によるリサイクル時の分別性向上を実施している。

4 おわりに

今回の開発により、ハウジングモデルとして必要となる機能を一通り達成し、前述の空調機としての付加価値を拡大した。しかし、商品に対する市場からの要望（運転効率・振動・騒音など）には限りがない。今後とも、市場からの声を真摯に受け止め、製品の改善を継続して実施していく。最後に本モデル開発に多大な協力を頂いた関係各位に本誌面をお借りして厚くお礼申し上げる。

ヤマハSHシリーズ 20馬力

YAMAHA GHP New 20HP

有村正嗣 Masatsugu Arimura

●GHP事業部 開発室

1 はじめに

ヤマハ発動機(株)はGHP(ガスヒートポンプエアコン)業界に先駆けてビル用のマルチエアコンを市場投入し、低ランニングコスト、高機能、設置自由度の大きさなどから大型物件に多数採用されるようになった。近年、特にバブル崩壊以降、建築物のコストダウン、とりわけ設備機器に対するコストダウン要請が強くなってきている。そこで、多数の室内機を個別に制御している従来の高機能なビル用マルチMシリーズ(以下、Mシリーズという)に対して、大型店舗の大空間用に機能を特化することにより大幅にコストダウンしたSHシリーズ20馬力(図1)を開発したので、ここにその概要を紹介する。

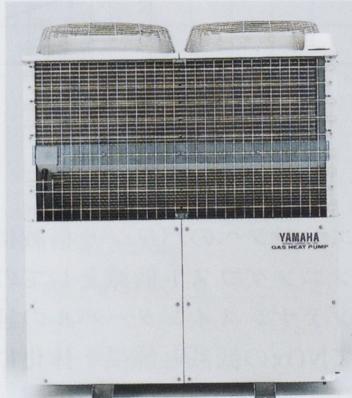


図1 ヤマハSHシリーズ20馬力

2 開発の狙い

開発の狙いは、多数の部屋を個別に温調しているマルチ冷媒制御を必要としないで、大空間用に最適な機能とすることによりコストダウンを達成することである。以下の6項目に重点をおいて開発を行った。

- ①室内機の膨張弁を毛細管による固定絞りとすることによる室内機のコストダウン
- ②室内機のうち天吊りタイプ3機種(図2)を海外調達することによるコストダウン

- ③室外機冷媒回路および冷却水回路の簡素化によるコストダウン
- ④室外機の音源対策による騒音対策部材のコストダウン
- ⑤ベースモデルとなるMシリーズコストダウン開発を逆共用
- ⑥マルチ冷媒制御以外の設置自由度などの機能はビル用マルチ並を確保

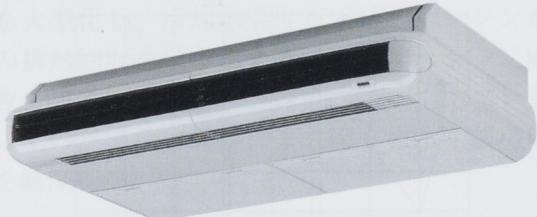


図2 天吊形

3 製品の概要

表1にMシリーズおよび電気式同等機種との比較仕様諸元を示す。SHシリーズは低価格だけでなく次の特長がある。

- ①Mシリーズと同等の高い施工性(図3)
室内機の膨張弁を固定絞りの毛細管に変更しながら、冷媒の循環量を制御することにより、Mシリーズに近い施工性を確保している。
- ②Mシリーズと同一外観および設置スペース
Mシリーズとの集中設置時に建物の外観を損なうことなく、省スペースに設置ができる。
- ③シンプルな配線で大規模連携が容易なSH制御
・無極性2線の通信線
・室内外通信距離は最大200m、リモコン通信距離は500mまで延長可能
・オプションにより高機能Mネット制御と連携し集中制御が可能
・室内ユニットの自動アドレス設定
・主従リモコン制御およびスケジュールタイマの使用が可能

④室内機1台から6台まで、容量やタイプに関係なく自由に組み合わせ可能

⑤自動モードの設定が可能

設定温度より室温が2°C以上高い状態が15分以上続くと冷房運転に、逆に室温が2°C以上低い状態が15分以上続くと暖房運転に切り替え、設定温度をいつも一定に保つことができる。

⑥5通りのサーモ設定(図4)

室内機の吸い込み温度の検知方法(4通りの本体サーモ)とリモコンの検知温度(リモコンサーモ)とを選択することにより、同時発停モデルでありながら、大空間の空調を快適に保つことができる。

表1 仕様比較

No.	項目	新製品	ベースモデル	電気式同機種
		SHシリーズ 20HP	Mシリーズ 20HP項目	10HP×2台 (50/60Hz)
1 外径寸法	高さ (mm)	2165	2165	1662
	幅 (mm)	1800	1800	990×2
	奥行き (mm)	1000	1000	840
2 重量 (kg)		960	990	240×2
3 能力	冷房 (kW)	56	56	25/28×2
	暖房 (kW)	67	67	28/31.5×2
4 消費電力	冷房 (kW)	1.80/2.55	1.354/1.55	10.06/12.03×2
	暖房 (kW)	2.00/2.85	1.42/1.65	9.37/11.36×2
5 ガス消費量 (プロパン)	冷房 (kW)	2.13	2.13	—
	暖房 (kW)	2.03	2.03	—
6 運転音 (db(A))		62	62	57(1台)
7 運転制御		同時	個別	同時
8 接続可能室内機 (kW)	J71～J560	J28～J560	J71～J280	
9 接続可能室内機種類	13機種	80機種	49機種	
10 室内機接続台数	1～6台	1～16台	(1～4台)×2	
11 室内機接続容量 (%)	50～130%	50～130%	100%	
12 配管分岐方式	ライン, ヘッダ	ライン, ヘッダ	マルチデスピ (専用分配管)	
13 室内外間最大配管長 (相当長) (m)	100	100	50	
14 室内外間相配管長 (m)	220	220	70	
15 室内外間最大高低差 (m)	50	50	40	
16 室内機間最大高低差 (m)	4	15	1	
17 セット標準価格 (室内機4台接続の場合) (円)	4,532,000	5,690,000	1,700,000×2	

ロング配管長

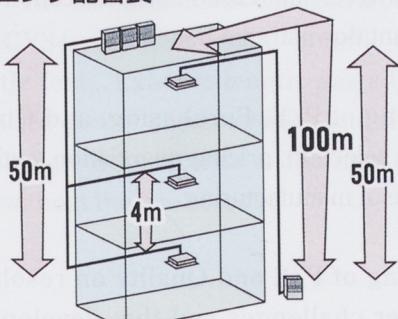


図3 高機能Mシリーズと同等の高い施工性

①平均温度
冷房運転時、設定温度23°Cの場合。
図中の温度は吸込温度を示します。



図4 サーモ設定例

4 おわりに

このモデルの開発目的であったコストダウンは高機能なMシリーズに対し、標準価格を室外機で15%，室内機で30%下げる事ができた。発売後の業界からの反響も大きく、収益向上に貢献できるものと期待している。最後にこのモデルのコストダウン活動とりわけ室内機の海外調達に際しては社内外の方々に多大なご支援をいただいた。本紙面をお借りして厚くお礼申し上げる。

2WD Utility ATV 1999 BearTracker YFM250XL

Todd Booth Eiji Kato Akihiro Tsuzuki
 Hirohisa Imai Reed Shupe Andrew Metzger Troy Mann

●Yamaha Motor Corporation, U.S.A.



Fig.1 BearTracker YFM250XL

1 OBJECTIVE

The fruits of 32 months of design, testing, and production preparation were realized April 6, 1998 with the on-schedule start-up of BearTracker (Fig. 1) ATV production at Yamaha Motor Manufacturing Corporation of America (YMMC), Newnan, Georgia, USA.

With 90% of total ATV sales in North America and a steady yearly market growth in double digits, YMMC was the ideal choice for expanded ATV production. Immediate benefits from U.S. production are development in the heart of the ATV market, shorter delivery time from production to dealer, and increased manufacturing capacity.

An economical utility 2WD ATV was selected as the basis for the first U.S. developed and produced model due to its high popularity. Priorities during the BearTracker program were a design for optimized utility appeal, simplification foreseen of

manufacturing, and establishment of high quality domestic Suppliers.

2 CONCURRENT ENGINEERING

To streamline the project from development through to production activation the ATV program was organized under the guidelines of Concurrent Engineering principles. From the earliest stages involvement with production and support personnel was encouraged. Increased communication resulted in significant downstream benefits.

- (1) Teaming of P/E, Purchasing, and Quality on vendor selection, pricing negotiation, and design for ease of manufacturing.
- (2) Teaming of P/E and Quality on resolution of Supplier challenges and the development of functional gauging.

(3) Teaming of P/E, M/E, and Assembly in the fabrication of prototype vehicles to identify early opportunities for design and manufacturing improvements.

(4) The goal of BearTracker styling was to provide a more rugged appearance. Plastic body parts were contoured for a large, aggressive, angled look. Deep fender ribbing and 20mm added width to each side met the goal with the added benefit of increased strength and mud protection. Critical to BearTracker's new styling is the large brush guard with a steep approach angle and plastic cover. Select bolt-on parts were "blacked out" for increased visual appeal and the frame is finished with E-dip and powder coat for ultimate durability.

(5) BearTracker handling and responsiveness were given highest priority during design and development. For increase comfort the rear arm was extended 50mm with an increase in wheel travel from 125mm to 135mm. Through evaluation testing the caster angle was increased to 4.0° to slow the "busy" steering feel. Suspension action was improved with increased spring rate and compression damping at the rear and increased spring preload up front.

(6) Ergonomics and rider comfort are an integral part of handling and responsiveness and were addressed as such. The seat was extended 50mm and widened 25mm to benefit the larger American customer. Additionally, the handlebar is taller, flatter, wider, and straighter to better provide a "roomy" feel.

(7) The BearTracker rear brake was improved for reduced "mushiness" resulting from individual component deflection. The lever holder was thickened, the cable core was changed to stainless steel, and the cable/rod bends were reduced for more straight line action.

3 TARGET DEVELOPMENT

Critical to BearTracker development was a constant vigilance on value while providing a variety of styling, performance, and durability enhancements for the customer. Paramount was maintaining the high level of quality evident on all Yamaha product lines.

(1) Frame construction is of 25mm mild steel square tube and 25mm high strength steel round tube. Critical brackets are high strength steel. Confirmed through FEA (Finite Element Analysis) and physical testing, the goal of reduced parts and minimized welding was realized. Compared to a similar model, BearTracker's frame has 30% fewer parts and 15% fewer welds.

(2) Rear Arm construction has been changed from the typical one piece design to a two piece design. The benefit of the two piece design was more forgiving manufacturing tolerances and reduced machining of gear case mating surfaces.

(3) BearTracker retains an existing 250cc, SOHC engine with external changes for increased breathing efficiency. The engine breather was relocated from the crankcase to the cylinder head. The carburetor was changed from a VM24 to a CV34 with the added benefit of lighter throttle feel. Exhaust length was adjusted for optimized power characteristics and the air box was designed for access to the new cloth type filter without the use of tools.

4 FACTORY PREPARATION

YMMC first opened in 1987 with the manufacturing of Golf Cars; several years later Water Vehicle production was added. To prepare for ATV production the YMMC factory had to undergo a major expansion.

In June, 1997, construction was completed for YMMC's new ATV distribution area. By September 1997 in excess of 20 new welding robots were installed and proofed together with a modified assembly line capable of accepting both Golf Cars and ATV's. Extensive planning and preparation were required to ensure uninterrupted production of current programs.

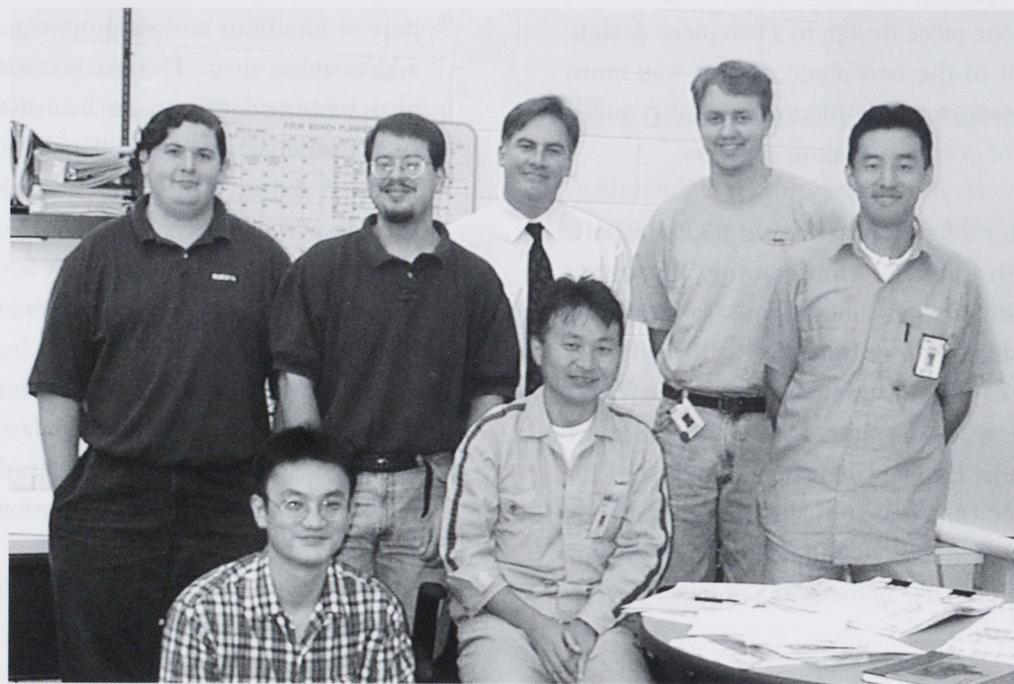
5 CONCLUSION

First and foremost, the YMMC P/E team owes a great debt of gratitude to Yanagi-san, Kato-san, Tsuzuki-san and Imai-san for mentoring the

Americans on proper ATV design and development methods. Not only have we become respected business associates but we have become close friends also. The entire YMC ATV design and testing staff supports the growing YMMC team each step of the way ensuring our quick progress and continued success.

The success of BearTracker and future ATV's could not be possible without quality Suppliers. Great efforts have been made to improve the skill levels of existing Suppliers as well as "develop" new Suppliers. In all cases, YMMC's policy is to develop long term relationships with Suppliers based on loyalty and trust.

YMMC has truly embraced the Concurrent Engineering philosophy. Individuals from all levels and all disciplines feel ownership and enthusiasm for the ATV program. Communication and participation are free-flowing at YMMC; the perfect atmosphere for "Kando".



XJR1300

XJR1300

松木 関央 Etsuo Matsuki 小林 泰之 Yasuyuki Kobayashi 月花 良市 Ryouichi Gekka
 斎藤 稔 Minoru Saitou 南雲 修一 Syuuichi Nagumo

●モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室



図1 XJR1300

1 はじめに

ここ1, 2年免許制度の改正などで活性化が著しい日本国内のビッグバイク市場において、1994年の発売以来人気No.1を誇ってきたモデルにXJR1200がある。しかしながら、発売から4年あまりが経過したことや、その間の他社モデルの攻勢により競争力が低下していた。我々はここで基本モデルであるXJR1200のコンセプトを熟成、進化させたXJR1300(図1)を開発することにより、商品魅力の維持向上を図った。ここにその内容について紹介する。

2 開発の狙い

開発に当たっての着目点として以下の4点を挙げて取り組んだ。

(1) エンジン排気量の拡大をはじめとして、走りの楽しさをワンランク向上させる改良を織り込む。

- (2) 外観商品性の向上として、サイドからリア回りの外観部品を新作することにより、迫力があり魅力的な基本モデルの外観にさらに磨きをかける。
- (3) 利便性の追求として、各種操作系やメータ機能など細部にわたる改善を目指す。
- (4) 空冷エンジンの弱点の改善として、オイル消費やメカニカルノイズの低減を図る。

3 使用概要

XJR系のモデルが属するいわゆるネイキッドスポーツと呼ばれるカテゴリには、さまざまな要求がなされる。1つには、「走る、曲がる、止まる」という二輪車の基本機能をいかに高いレベルでバランスさせ、走りの楽しさを演出できるかであり、もう1つはユーザーの所有する喜びを満たすオートバイらしい魅力的な外観デザインの実現であり、さらに多種多様な用途に見合った扱いやすさ、利便性の追求である。

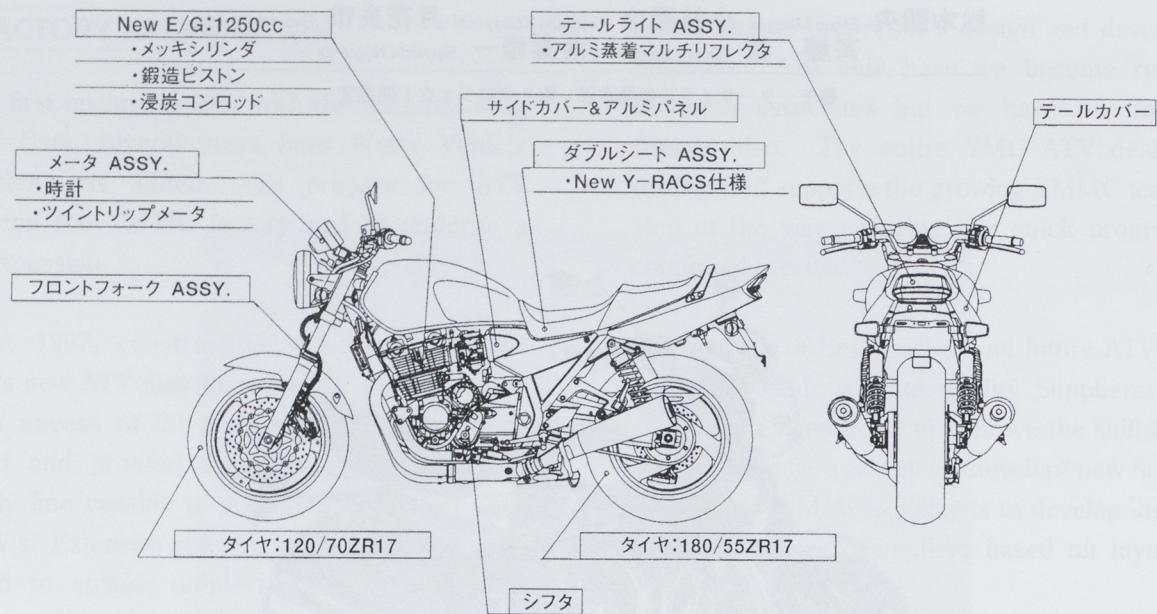


図2 主要新作部品

我々はこれらの多岐にわたる要求を満たすべく、ある部分は大胆に、またある部分は細心な注意をはらって開発を行った。図2に今回の主な新作部品を示す。

3.1 エンジン関係

エンジン関係の主要変更点を以下に記す。

(1) 排気量の拡大

XJR1200の1188cm³(ボア×ストローク=77×63.8)からボアを2mm拡大して約5%排気量をアップし1250cm³(ボア×ストローク=79×63.8)とした。

(2) メッキシリンダの採用

ヤマハ発動機(株)の独自技術である高速メッキを用いたメッキシリンダを、空冷パラレル4気筒エンジンとして初めて採用した。このメッキシリンダは、その冷却性のよさと熱間時の真円度の高さにより、エンジン性能の向上はもちろんのこと、空冷エンジンの弱点であるオイル消費やメカニカルノイズの低減をも果たすことができた。

(3) 錫造ピストンと浸炭コンロッドの採用

錫造ピストンと浸炭コンロッドの採用により、ベースエンジンのXJR1200に対し同等の往復質量を達成し、スロットルレスポンスの向上と振動の低減を実現した。

(4) キャブレタと点火特性の適合

エンジン排気量の拡大に合わせ、キャブレタと点火系の特性を見直した。この作業に当たっては、コンピュータを駆使した最新の性能評価技術で特性を作り込み、排気量の変更以上に体感できる過渡性能とした。

(5) シフトフィーリング

シフタ系の改良により、シフトフィーリングのより一層の向上を図った。

以上の主要変更点により、実排気量の向上は約5%程度であったが最大トルクは約8%，常用回転域である3000rpmの全開トルクで見ると約20%もの向上を得るとともに、体感ではさらにそれを上回る大幅な乗車フィーリングの向上を果たすことができた。

3.2 車体関係

エンジンの変更を受けて、車体系ではXJR1200で培ってきた定評のあるハンドリングの熟成を中心に改善を行った。以下に主要変更点を記す。

(1) 足回りの進化

前後タイヤサイズおよびセッティングの変更に加え、前後サスペンションセッティングの見直しにより、特に旋回時の軽快性と安定性を高いレベルで両立させることができた。

(2) 外観デザインと商品性の向上

外観部品としてサイドカバー、テールカウルおよびマルチリフレクタータイプでテールライトを新作し、最も重要なアリ回りのボリューム感を増すとともに、被視認性の向上をも達成した。また、メータも新作しライダーの視界にはいる部分の豪華さを向上した。さらに車体色も、シルバー、グレー、ブラックの3色を用意した。

(3) 利便性の追求

利便性の追求としては、新作のメータ内にデジタルの時計とツイントリップを装備し、また荷物積載時の荷掛け機能の見直しやメインスタンドの操作性の向上など、細部に渡る熟成により各部の扱いやすさを向上させた。さらに、XJR1200でも好評であったワイラックスシートを研究部門との共同開発により改良を加え、従来の疲れにくい特性に乗り心地のよさを加味した設計とした。車両重量も2kgの軽量化を果たし、その面でも扱いやすさと走りの楽しさの実現に貢献することができた。

4 おわりに

本モデルの開発に当たっては社内外の多くの方々にご協力頂きながら、お客様に感動していただける魅力のある商品に仕上げることができたと考えている。この場を借りて感謝するとともに、今後ともさらなる熟成を目指して努力を継続したいと思う。



環境対応2サイクルエンジンオイル オートルーブスーパーバイオ

Two Stroke Engine Oil "Autolube Super BIO"

矢代善伸 Yoshinobu Yashiroi 河部秀明 Hideaki Kawabe 高橋邦男 Kunio Takahashi

●モーターサイクル事業本部 第1コンポーネント開発室

1 はじめに

ヤマハ発動機(株)（以下、当社という）では「人と自然の調和を目指して」のスローガンのもと、地球環境をよりよく保つよう、環境対応製品の開発や普及に積極的に取り組んでいる。

2サイクルエンジンオイルは、エンジンの機構上、エンジン内部での仕事を終えた後、その未燃焼オイル分が排気ガスとともに排出される。船外機用としては、排出された未燃焼オイル分が分解して自然に帰る生分解性オイルが既に販売されているが、モータサイクルではエンジン要求値と生分解性との両立が難しく製品化されていなかった。

そこで、世界にさきがけ、その難題を見事にクリアし、生分解性を持つモータサイクル用2サイクルエンジンオイル“オートルーブスーパーバイオ（以下、バイオという 図1）”を開発したので紹介する。



図1 オートルーブスーパーバイオ

2 オイルの生分解性

オイルの生分解性とは、図2のように空気中や水中に放出された未燃焼オイルが地表や水中に生息する微生物により、無機化する性質のことである。

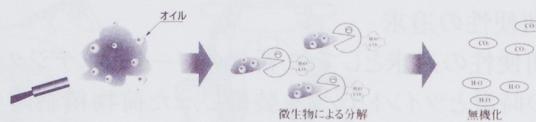


図2 生分解イメージ

3 開発の狙い

以下のように、環境によくエンジンにもよいオイルの開発を目指した。

(1) エコマークの取得

エコマークは(財)日本環境協会にて環境への対応性能が評価され、その基準に合格した商品にのみ与えられるものである。その対象商品の中で、2サイクルエンジンオイルは生分解性について評価されるが、28日で60%以上が分解されるという基準の合格目標とした。

(2) 当社モータサイクル用オイル要求基準のパス

現在JASO規格(Japanese Automobile Standards Organization:自動車規格)という世界唯一の陸用2サイクルエンジンオイル規格がある。そのFC級に合格するだけでなく、当社純正油“オートルーブスーパー（以下、スーパーという）”と同等以上の高性能を持つことを目標とした。

4 開発の概要

現在、2サイクルエンジンオイルの基材に使われるものの中で最も高い生分解性を持つのは、合成油エステルである。エステルはスーパーに使われている合成油PIB(ポリイソブチレン)と比較し、以下の特徴を有している。

- ①金属への付着性が高く、潤滑性に優れている。
- ②耐熱性が高く、清浄性に優れている。
- ③同一分子量にて粘度が低い。
- ④排気煙や排気系へのカーボンたい積が多い。
- ⑤コストが高い。

そこで両合成油の長所のみを取り入れるべく、ゼネラル石油(株)との共同開発を続け、2種類の合成油を高次元でバランスさせたバイオができあがった。

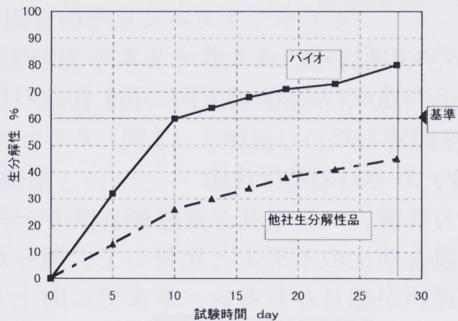
5 製品の性能

生分解性については環境協会の基準に合格し、エコマークを取得した。図3にエコマークを示す。



図3 エコマーク

さらに世界で最も厳しい生分解性試験(OECD301B)に挑戦し、基準をクリアした。図4に結果を示す。バイオは試験開始10日後には60%が、28日後には80%以上が分解している。



生分解性を含めたバイオのオイル性能のバランスシートを、他社生分解性オイルとの比較で図5に示す。評点が3点以上であればモータサイクル用としての性能を有する。

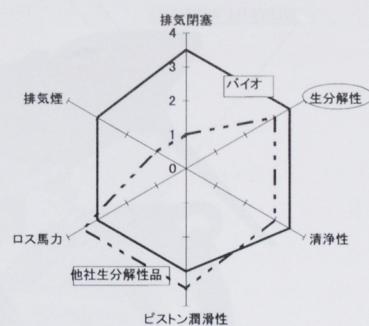


図5 他社品との性能比較

6 おわりに

オートルーブスーパーバイオは、環境にやさしく、エンジンにもやさしいオイルとして世に送り出すことができた。さらに生分解性オイルとしては他社品と比較して最も安価である。

本稿が掲載されるころには発売より約5ヶ月が経過しており、その環境への優しさが効果を見せ始める時期である。地球環境をよりよく保つために、本オイルが幅広く普及することを望む。

本オイルの開発には5年という長い歳月を費やしたが、これはエコマーク要求値とエンジン要求値を両立させたという課題が、いかに難問であったかということである。今にして思えば、よくぞそのピンポイントを探し当てたものである。その難題に果敢に挑戦し続けていたいたゼネラル石油(株)に誌面を借りて深謝申し上げたい。

■ 参考文献

M.kagaya, M.Ishimaru, SAE Paper 911277

● 著者



矢代善伸



河部秀明



高橋邦男

エンジンに対する性能はスーパー同等以上であり、特にエステルの特徴が清浄性、耐久性および始動性の大幅な向上に表れた。当然、JASO規格FC級も取得した。

ここに世界で初めて、高性能な陸用2サイクルエンジンオイルでありながら、環境にも考慮した生分解性を併せ持つオイルが完成した。

50ccスクーター Nitro

50cc Scooter Nitro

赤尾拓也 Takuya Akao Laurent Derche

●MBK Industrie R&D



図1 Nitro

1 はじめに

近年の欧州における50ccスクーター市場は活況を呈し、1998年で約110万台の市場規模が見込まれている。50ccスクーターに対する市場ニーズは日本に比べより多種多様であり、それに応じて商品カテゴリもオフロードスクーターや、前後輪16インチタイヤを装着した街乗り専用のものなどバラエティに富んでいる。その中でもより走りを重視した商品が「スーパースポーツカテゴリ」と呼ばれるもので、市場全体の約30%を占めている。「Nitro（ニトロ）（図1）」はMBK Industrie（以下、MBKという）初のスーパースポーツカテゴリとして現地で開発されたスクーターであるが、ここにその商品概要を紹介する。

なお、「Nitro」というのはMBKブランドの商品名であり、ヤマハブランドとしては「Aerox（エアロックス）」の商品名で、同じく欧州域内で発売されている。

2 開発の狙い

本モデルの狙いはNo.1スポーツスクーターの実現であり、その達成のために以下に示す3つの重点開発項目を設定した。

(1) スクーター No.1の走行性能

動力性能、ハンドリング性能、ブレーキ性能を競合他社のモデルと比較して、明らかにその違いが感じとれるレベルまでに向上させ、ライダーにスーパースポーツスクーターをコントロールしているという喜びを提供する。

(2) 衝撃的で明快な存在感

No.1 スーパースポーツスクーターであることを装備やスタイリングで明確に表現し、所有する喜びを提供する。

(3) スクーターとしての機能の確保

スクーターが本来持つ利便性を犠牲にすることなく、上記(1)と(2)の重点開発項目を達成し、日常使用も充分耐えうる商品とする。

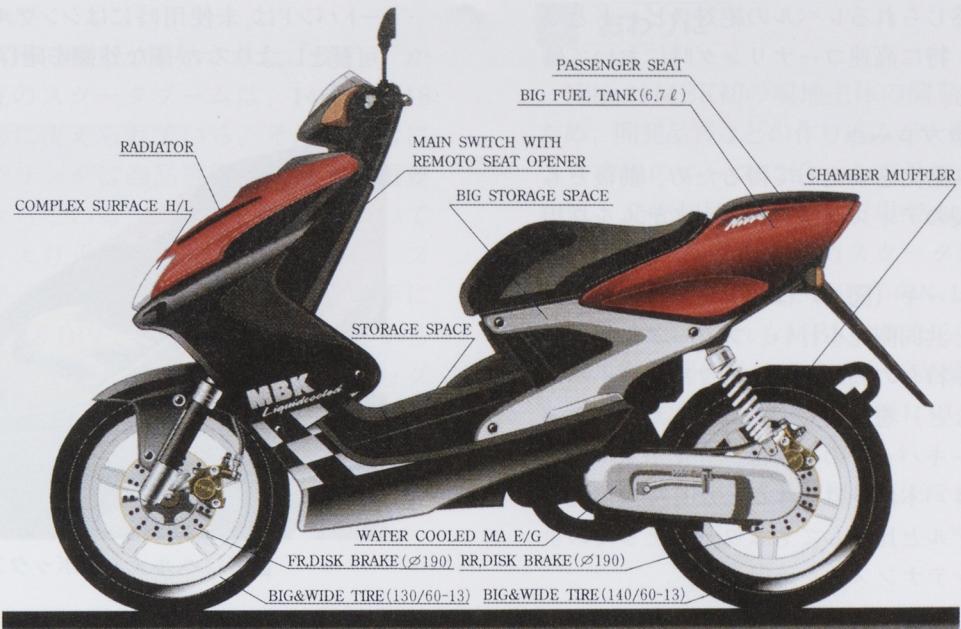


図2 フィーチャーマップ

3 仕様概要

Nitroのフィーチャーマップを図2に示す。

3.1 エンジン関連

エンジン本体はミナレリ社製の水冷式M Y型エンジンをベースに目標性能を作り込んだ。

(1)新開発のチャンバタイプマフラー

目標性能を達成するために、従来のものと比較して約1.5倍の内部体積をもつチャンバタイプのマフラー(図3)を開発した。併せて吸気系、駆動系とのチューニングを行いクラス最強のエンジン性能を達成した。



図3 チャンバマフラー

(2)フロントボディカウリング内のラジエータ
スクータとしての外観を重視し、ラジエータは車体前部のボディカウリング内に配置した。どのような条件下でも規定の放熱量が確保されるよう、ボディカウリング内の走行風などの流れを充分に検討し、安定したエンジン性能を得られるようにした。

3.2 車体関連

スーパースポーツスクータとしての機能とスタイリングをスクータの利便性を損なわずに実現するため、全體レイアウトから個々の車体部品の設計に至るまで充分な検討を加えた。

(1)高剛性フレーム

フレームの基本骨格を構成するパイプを大径化、かつ薄肉化することによって、従来スクータと比較してフレーム重量増加を8%に押さえつつ、縦剛性とねじり剛性について約50%の向上を達成した。

(2)足まわり

前後サスペンションは共にクラス最長のストロークを確保し、よりダンピングの効いたセッティングとした。タイヤサイズは前130/60-13、後140/60-13とし、より高い剛性を得ている。

以上の結果、だれもが従来のスクータに比べその

差が明確に感じられるレベルの絶対スピードと高い安定性が、特に高速コーナリング時において確保されている。

(3) 前後ディスクブレーキ

より強力な制動力を安定して得るために、前後ともブレンボ社製のディスクブレーキシステムを採用した。

特に後輪ブレーキ（図4）はスクータ専用としてブレンボ社と共同開発を行い、スクータ後輪ディスクブレーキ特有の問題（ディスク冷却性、パッド耐摩耗性など）を解決している。またリヤキャリパのブレーキパッドの交換は、リヤホイールあるいはキャリパ本体をはずすことなく交換可能とし、他社モデルと比較してもスクータとしてのより優れたメンテナンス性を確保した。

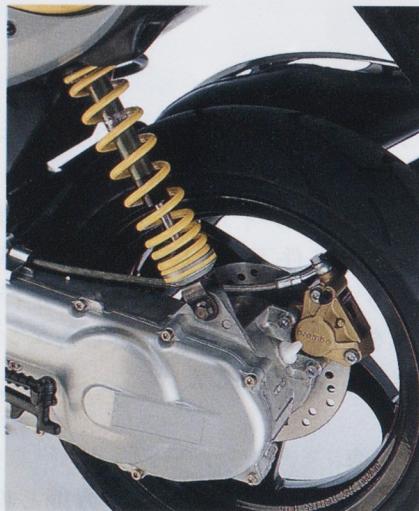


図4 リヤディスクブレーキ

(4) スクータとしての利便性

ヨーロッパのガソリンスタンドにおいては、一回あたりの最低給油量を5L以上と要求しているところが多い。従ってより余裕のある給油を実現するためにタンク容量は6.8Lを確保した。収納機能としては、シート下（図5）とフットボードのセンタントネル内の2カ所にロック付きのスペースを確保した。フルフェイスヘルメットが収納可能なシート下のボックスの開閉は、キーを差し替えることなくメインスイッチに差し込んだまま行えるようになっている。2人乗り機能としては、メインシートとは別体の発砲ウレタンで成型したタンデム用シート（図6）を、スタイリングを犠牲にすることなく設けた。なお、タンデムライディング用のシ

ートバンドは、未使用時にはシングルシート下に収納可能とし、よりスマートな外観を確保している。



図5 ヘルメットボックス



図6 タンデムシート

3.3 電装関連

スピードメータ（図7）の水温計と燃料計の表示はデジタル方式とし、軽量化と商品性の向上を計った。ヘッドライトはレンズ周辺のデザインの自由度を得るために、35/35W-12Vのマルチリフレクタータイプとした。



図7 スピードメータ

3.4 スタイリング

1990年から欧州で販売が開始された「BW's」から始まった現在のスクーターブームは、14歳から18歳の若者を中心に支えられている。そんな若者にとって、スタイリングは商品選択のうえでの重要なポイントとなっている。スタイリングについての市場の要求をより正確に具現化するために、スタイリング開発は（株）エルム・デザインの手によって、MBK R&D内で行われた。すみのあるフロントフェイスやオリジナリティの高いレッグシールドやサイドカバーまわりの造形など（図8），個性に満ちたNo.1のスタイリングとして市場から高い評価が得られている。



図8 リヤクォータビュー

4 おわりに

NitroはMBK初の現地主体の開発モデルであったため、開発品質などの作り込みが大変であった反面、より市場のニーズに沿った商品になったと感じている。発売以降、メイン市場であるイタリアとフランスのそれぞれの主力スクータ雑誌において、読者による人気投票で1997年のNo.1の栄誉を頂くことができた。これもMBKのみならず、ヤマハ発動機グループ関係各位の多大なご支援の結果であり、本誌面をお借りしてその皆様に厚くお礼を申し上げます。

最後にMBK R&Dの現地P/LであるMr. Dercheのコメントを記す。

●著者



赤尾拓也



Laurent Derche

This development was an exciting experience because concept was very clear from the beginning : No.1 SPORT MODEL in 50cc in EUROPE. Then we could have a big collaboration chain from marketing definition, laboratory people to make pre test in new domains for us like water cooling rear caliper..., supplier collaboration to develop new component (even new dimension created for this model which became reference for sport scooter as rear tire 140 / 60 13 tire for example) and all people involved in the development of this model till production. Every people motivated for the same target. This is main key point, which made this project a success.

This project was opportunity also to confirm that MBK Company can develop a new model by it- self, and that MBK is well integrated in YMC group through exchange we got with YMENV for product definition, YMCE for purchasing and YMES for some parallel development standardization.

ニュージョグ YV50

New JOG YV50

石井喜好 Kiyoshi Ishii

●モーターサイクル事業本部 第4プロジェクト開発室



図1 ニュージョグ YV50

1 はじめに

「街で見かけるスクータと呼ばれる乗り物とは…」ヘルメットも入る便利な日常の足として今の形の50ccスクータが世に出て、既に15年ほどになる。その間に、若者はもちろん主婦や年配の方にまでその性能や利便性が受け入れられ、日常の簡便な移動手段として商品も市場も成長を遂げてきた。

最近になると、ほかの消費財同様に個性化が進み、買い物に特化したものやファッションに特化したものなど、その種類も多様化が進んでいる。加えて省エネ、環境、安全など社会的な問題に対して、お客様の期待や要望が確実に変化し、厳しくなってきている。

そのような背景の中で、今回紹介するYV50（ニュージョグ、図1）はスクータとして要求される基本要素をフルに向上させ、“毎日使う”特に厳しい目を持ったお客様に、スタイリングばかりでなく中身に最大の満足を持って頂くことを目標に開発された。

2 開発の狙い

お客様の声をじっくり分析してみると

- ・まず第一には何といっても盗まれにくいくこと。
- ・いつも面倒な給油回数が減ったらもっとうれしい。
- ・収納も大きいほどよい。雨の日も乗るのでカッパとヘルメットが楽に入ったら便利だ。
- ・毎日の足だから安心して快適に走りたい。
- ・細かい神経が行き届いていて、信頼性も高くなないと。

など、スクータの基本である使いやすさ（利便性）と信頼性の高さがやはり大切であることがわかった。ニュージョグがこれからのスタンダードモデルとなれるよう、表1に示すような狙いを開発の主眼とした。

表1 開発の狙い

開発の狙い	具体例
しっかりした新盗難抑止システム	今までにない簡単操作で確実なシステム
使いやすく、大きい収納スペース	今までにない大きさ、形のトランクスペース
長い航続距離、少ない給油回数	今までにない、クラス最大の燃料タンク容量
安心、快適な走行と装備	今までにない、細部までの配慮

3 仕様概要

開発の狙いに沿って概要を説明する。

3.1 新盗難抑止システム“G-LOCK”(図2)

従来のメインスタンドなどを固定する方式とは異なり、ヤマハ発動機株(以下、当社という)独自の方式、後輪固定方式とした。これは車両から離れる時、メインスイッチ近くのレバーを軽く引くだけで後輪の固定が完了するもので、同時にメインスイッチのキー孔に金属製の強固なシャッタが降りる。このようにワンアクションで車両移動の規制とキー孔の防護ができるしくみとし、簡単操作で確実な機能を果たすシステムとした。メインスタンド固定方式では達成できなかった、サイドスタンド駐車時の使用も可能であり、より使用範囲を広げる方式でもある。(詳しい構造などは本号技術紹介を参照)

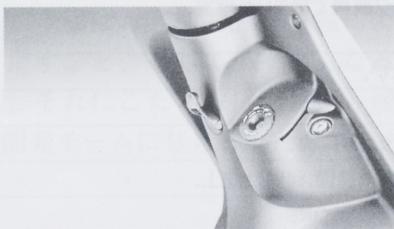


図2 G-LOCK

3.2 大きく便利なトランクスペース“G-BOX”(図3)

従来ヘルメットを入れるとほかには利用することが難しかったシート下のトランクスペースであるが、樹脂成形型を分割スライド型として、開口部より中をひろく成形した。これによって今まで使えなかった車両サイドのスペースを利用できるようになり、カッパを同時に入れるスペースを確保した。この形と広さはコンビニで買った雑誌も無造作に入れることができ、若者がよく使うディパックの収納にも適した形になっている。

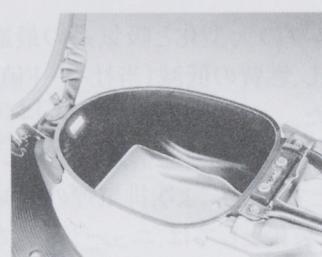


図3 G-BOX

3.3 クラス最大7Lの燃料タンク“G-TANK”(図4)

従来モデルJOGLアリオで高く評価された6Lタンクをしのぐ7Lタンクとした。エンジン自体の改良による燃費の改善(アリオに比べ7%)とあいまって航続距離が伸び、試算では同じ給油回数で1年間に1ヵ月余分に走れることになる。



図4 G-TANK

3.4 安心快適な走行と装備

(車格、ポジション、ハンドリング)

小柄な人から大柄な人までより多くの人に快適に運転して頂くために、乗車姿勢とそれに伴う諸元を見直した。

まず、ロングシート(710mm)を採用し、小柄な人は従来どおり、大柄な人は後ろに、ヒップポイントの自由度が大きくなつて楽な姿勢がとれるようにした。さらにクッションの厚さも従来比+10mmを確保し、かつシート高は従来並(710mm)を達成し、クッション性と足つき性を両立させた。

次に、大小背反するポジションを作り立たせ、フットスペースも広げるため、取り回し性を犠牲にしない範囲(アリオ比+25mm)でホイールベースを伸ばした。

また、従来より外径のひとまわり大きい3.00-10のタイヤを採用することにより、ホイールベースの延長とあわせてより方向安定性を増す性格にし、従来の軽快感重視の操縦性をより安定感のある方向にした。

エンジンに関しては、従来から耐久性と信頼性で定評のあるJOGL系のエンジンをベースに、省エネや快適さに配慮して次のような改良を行った。

①リードバルブの大型化と吸気系の最適化により性能を確保し、燃費の低減（当社モード値で7%低減）をはかった。

②クランクケース内の細部構造を見直し、潤滑油だまりを最小とすることにより、排気煙の低減をはかった。そのほかの装備としては、ニュージョグで最も変わった箇所としてヘッドライトとその位置がある。従来、多くのモデルではハンドルの高さにヘッドライトをついているが、

このモデルでは大型のフロントバスケット装備を想定し、明るくて大きく、さらに高級感を持たせたハロゲンバルブ仕様のマルチリフレクタヘッドライトを固定フロントフェンダの下方に設置した。

そのほかにも操作性を高めたスイッチまわりや見やすさを向上させた大型メータなど、ここまで紹介したものも含め、見直し点は従来モデルのJOGアブリオに対して28ヶ所にのぼる。表2にその一覧を、図5にフィーチャーマップを示す。

表2 YV50新仕様一覧

No.	仕様名	機能領域	内 容
1	G-LOCK (新盗難抑止システム)	盗難抑止／いたずら抑止	後輪固定方式。別系統でダブルに強化。簡単操作。サイドスタンド使用時もOK。
2	G-TANK (大容量7Lフューエルタンク)	利便性	クラス最大。燃費向上と合わせ航続距離が大幅UP+20%。
3	G-BOX	利便性	クラス最大23L、ヘルメット+カッパ同時OK / A4雑誌が横にOK。ユニークなツボ型BOX。
4	ロングホイールベース	快適性（居住性／乗りやすさ）	直進安定性向上、ロングシート化可能。アブリオ比+25mm。
5	ハイレッグシールド	快適性（居住性／乗りやすさ）	ひざの風当たり軽減。アブリオ比高さ+40mm。
6	ラージフットスペース	快適性（居住性／乗りやすさ）	アブリオ比+20mmひざ前のスペース拡大。Fラックがなく実感はより広い。
7	ロングシート (長く/厚い/低い)	快適性（居住性／乗りやすさ）	大柄な人、だらけ乗りに。アブリオ比長さ+50mm/厚さ+10mm
8	足つき性のよいシート	快適性（居住性／乗りやすさ）	足つき性向上：小柄な人に。
9	大径タイヤ（3.00-10）	快適性（居住性／乗りやすさ）	より安定した走行感。安心感。
10	メインスイッチまわり集中操作	快適性（居住性／乗りやすさ）	Gロック、シートオープン（BOX収納+給油）すべてがメインスイッチ廻りでOK。
11	シート下オイル、燃料給油	利便性／盗難抑止／信頼性	給油性向上、耐候性向上、耐いたずら性向上。
12	クローズロック付バヨネット式 Fタンクキャップ	利便性／信頼性	開閉容易（キー操作なし）。閉ロック機構で締まりが確実。
13	1L缶が入るオイルタンク	利便性	1L缶残りの保管の手間がいらない。
14	大径パイプ新フレーム	快適性（居住性／乗りやすさ）	剛性向上Φ45→Φ48.6。
15	リヤキャリア	利便性	車体取り付け部をより堅牢に。しっかり荷物を保持。
16	純正サイドスタンド装着用仕様	利便性	取り付けブラケット、専用回路を標準装備。利便性向上。
17	バッテリ脱着性改良	整備性	整備性向上。外装カバーを外さずメンテOK。
18	ハンドルロック操作改良	利便性	こついらず。
19	最低地上高UP、 エキパイ通し変更	利便性	エキパイ底打ち改良。
20	キャリア塗装変更	外観商品性	退色性改良。
21	大型リードバルブエンジン (燃費向上)	経済性／環境（省エネ）	燃費向上。当社モード燃費7%向上。
22	排気煙低減エンジン	快適性／環境（煙）	エンジン内オイルダマリを低減させる。
23	DC-CDI	信頼性	充電能力の強化。
24	大型スラントレンズマルチリフレクタヘッドライト	外観商品性／快適性	大きいスラントレンズ面。外観向上/配光性向上。明るさ向上。
25	前かご下配置ヘッドライト	利便性／快適性	荷物で光がじゃまされない。安心走行。
26	エルゴノミックスイッチハンドル	快適性	小さい手でも操作がしやすいスイッチ類。
27	大型新メータ（反射照明）	快適性	見やすさ向上。指針／文字へ反射照明を付加。
28	スタータモータ改良	信頼性	ブレーキ改良：耐久性強化。

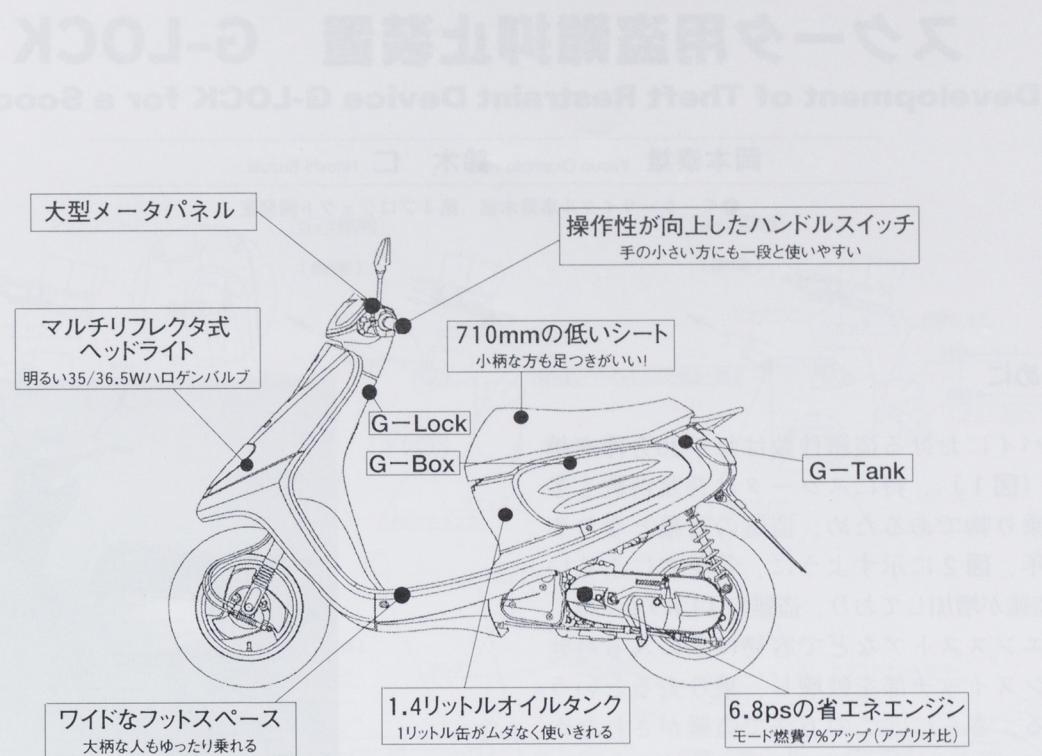


図5 主な特長

4 おわりに

このように、YV50はスケータに必要とされる各部の機能を漏れなく見直し改良することにより、今までにないコストパフォーマンスを獲得し、厳しいお客様の期待にこたえる製品として街に走り始めた。今後はお客様の評価を糧により一層の成熟を目指すこと、そして年々高くなる社会的要請に対し、それにこたえる技術力を一層高めていくことが開発チームに与えられた課題である。

スクータ用盗難抑止装置 G-LOCK

Development of Theft Restraint Device G-LOCK for a Scooter

岡本泰雄 Yasuo Okamoto 鈴木 仁 Hitoshi Suzuki

●モーターサイクル事業本部 第4プロジェクト開発室

1 はじめに

オートバイにおける盗難件数は毎年20万件を越えており（図1），特にスクータは普及台数も多く手軽な乗り物であるため，盗難の対象となりやすい。近年，図2に示すように，若年者によるいたずら的盗難が増加しており，盗難の手口の多くは，コンビニエンスストアなどで容易に手に入るハサミでメインスイッチ部を破壊し，乗り去るというものである。さらに，この方法で盗難がされなかった場合でも，メインスイッチ部が破壊されているため修理費用がかかり，ユーザーにとって大きな負担となっている。

現在，主流となっている盗難対策方法は2つあり，ユーザーが個々に購入して取り付ける「U字ロック」と，車両本体にあらかじめ搭載されている「メインスタンドを固定する機構」である。しかしながら，いずれの場合もメインスイッチの破壊やいたずらに対しても，何ら効果のないものである。

今回，ニューJOGに搭載したG-LOCK（図3）は業界初のシステムであり，いたずら的盗難に対し絶大な威力を発揮するものである。



図3 ニューJOG

2 開発の狙い

盗難抑止機構の開発に当たっては，下記の項目に主眼を置いた。

- ①他システムを上回る実効力と付加価値を有すること
- ②車両移動が一番簡単な盗難行為であるため，簡単に車両を移動することを抑止すること
- ③面倒な操作はユーザーに受け入れられないので，ワンタッチで操作でき，確実な実効力があること
- ④高強度でありながら，デザインを spoil することなく搭載できるように，操作部およびロック部がコンパクトであること
- ⑤走行中の不慮の事故を防ぐため，フェールセーフが確実であること
- ⑥操作不能になりにくく，かつ操作感覚が長期的に変化しないように防錆，防じん，防水が確実で摺動抵抗が小さいこと

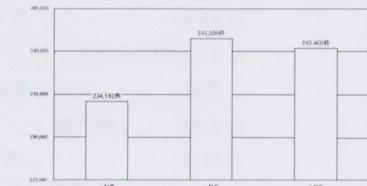


図1 過去3年間のバイク盗難件数

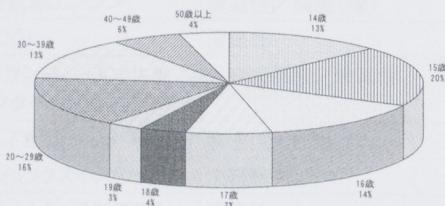


図2 バイク盗難による検挙者の年齢別比率

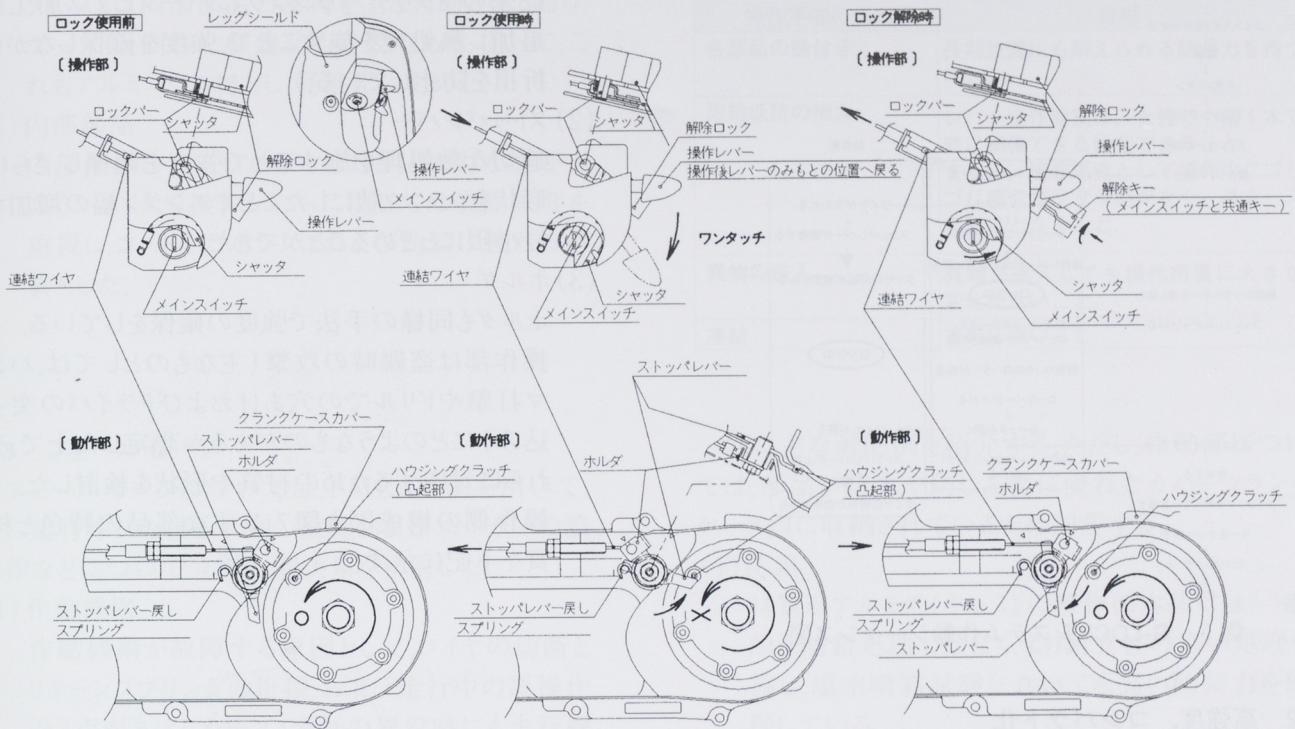


図4 G-LOCK作動図

- ⑦ 盗難しようとする者を躊躇させると同時に乗車前の解除忘れを防止するため、盗難抑止装置が作動していることが一目でわかること
- ⑧ 盗難抑止装置の解錠が容易でなく、万一解錠行為をされても、一度の解錠行為ですべての機能が解除せず被害が最小となること

3 製品概要

他システムにない実効力や付加価値を念頭に置いて盗難の手口を分析した結果、後輪の動きを規制すると同時にメインスイッチカバーをワンタッチで操作できるシステムを考案した。このシステムは、メインスタンドが $<ON.>$ 以外のサイドスタンド使用時にも効果を発揮する。図4にG-LOCK作動図を示す。

4 技術的特徴

4.1 ワンタッチ操作

図5にユーザーの動作とシステム作動をリンクさせたシーケンス図を示す。図5の四角で囲まれた部分をワンタッチで確実に作動させるために、最低限の部品でメカニカルな機構とした。シャッタとストップレバーを連結しているのは1本のワイヤである。

信頼性の点からワイヤ引きを採用したが、これは故障の発見が容易にでき、万一の場合には簡単に部品交換もできるという利点もある。また、解錠は操作部直近にある解除ロックを操作するだけでよい。他システムではメインスイッチからキーをいったん抜き、メインスイッチから離れたレバー、もしくはロックを操作し、解錠は逆の行動をしなければならない。操作数を比較しても当社システムが優れている。

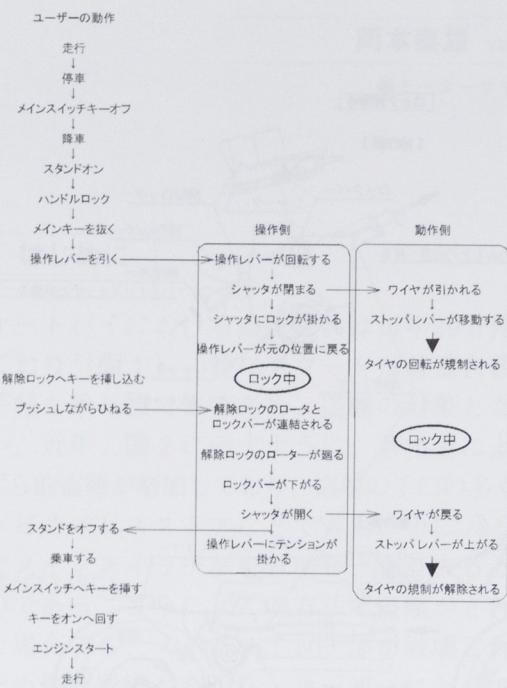


図5 G-LOCKシステム作動シーケンス図

4.2 高強度、コンパクト化

作動部分の設定強度を検討するにあたり、盗難時にどれくらいの力が加わるかを調査した。実際に車両を移動させる時と、エンジンの駆動力が加わった時を調査した結果、クラッチハウジングの回転を規制するのが最も有効であるということがわかった。クラッチハウジングはホイールにギヤを介して直結されており、減速比が12程度のため、盗難最大時の力でもクラッチ軸上のトルクはかなり小さくなり、装置の小型化が期待できる。

作動側の構成図を図6に、主な部品の特色を下記に示す。

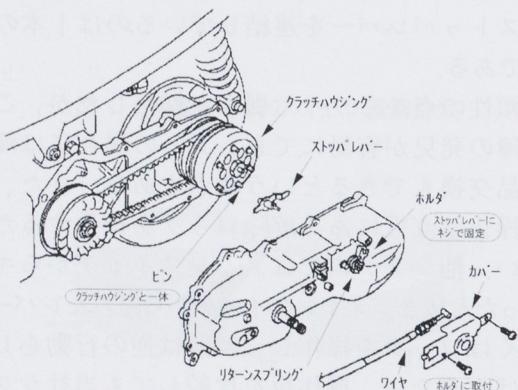


図6 動作部構成図

(1) クラッチハウジングピン

従来のクラッチハウジングにハーフピアス加工を追加し熱処理を施することで、強度を確保しながら折損を防止している。

(2) ストップバー

適切な熱処理を施することで強度を確保し、さらに形状をクランク状にしたことでエンジン幅の増加を最小限にとどめることができた。

(3) ホルダ

ホルダも同様の手法で強度の確保をしている。操作部は盗難時の攻撃（主なものとしては、ハムマ打撃やドリルでの穴あけおよびドライバの突っ込み）にどのようなものがあるか想定した上で、それらに対応するための材質や形状を検討した。操作側の構成図を図7に、主な部品の特色と材質を下記に示す。

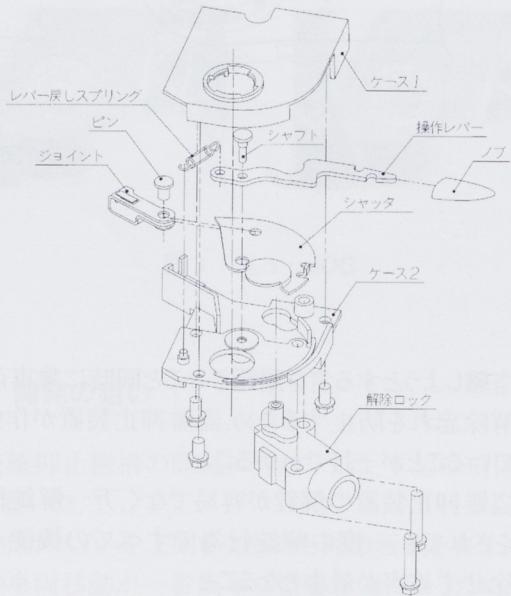


図7 操作部構成図

(4) 本体

ケース1はシステムの保護として上部の役割も担っており、操作部の厚さに対するコンパクト化を左右する部品である。そこで、軽量化という目的からもアルミニウム材とした。厚さを極力押さえるため、内部部品とのクリアランスを考慮しながら板厚を設定し、成形条件ぎりぎりまで薄くすることによって、

本体の上下厚さをコンパクトにすることことができた。ケース2は内部部品の支持を主な目的としており、ケース1と同様に軽量化も必要である。従って、これもアルミニウム材とし、軽量化に努めた。

(5) 内部部品

内部部品のうち、いたずらに対し防御力が必要であるシャッタや操作レバーに関しては表面硬度を重視し、コストとのバランスおよび防錆に優れる材質とした。

4.3 フェールセーフ

フェールセーフについては、FMEA手法を用いて、特に走行中における不慮の故障およびユーザーの誤操作などについて分析し、解決策を検討した。

(1) 作動機構

作動機構が故障する原因として、ワイヤの切断とリターンスプリングの折損、および走行中の誤操作の3点があげられる。いずれの異常時にも走行機能を損なわないようするため、クラッチハウジングに対しストップレバーの作動方向を設定した(図4)。なお、走行中の誤操作については、操作機構でも対応している。

(2) 操作機構

操作機構が作動機構によよぼす故障の原因是、走行中の誤操作であるが、操作部は図4に示すように、レバー操作によってシャッタがメインスイッチを覆ってしまう機構なので、メインキーを抜かなければレバーは動かせない。従って、メインスイッチにキーが刺さった状態、つまり走行中はレバーが引けないことになる。ところが、停車目前のところでキーを抜き、ブレーキ代わりにシステムの作動を行うユーザーも存在するかもしれない。これに対しては、作動側のロックレバーがクラッチハウジングの突起部へむりやり当てられることになり、異音の発生およびバックラッシュが手に伝えられてユーザーへの警告となり、防ぐことができる。

4.4 操作不能

システムとしての操作不能の原因およびその対応目標について表1に示す。

表1 操作不能の原因とその対応目標

操作不能の原因	目標
各部品の錆付き	長期放置にも耐えられる防錆力を持つこと。
摺動抵抗の増大	レバー操作荷重は、女性でも指1本で楽に操作できる設定であること。さらに、操作感覚として操作中にゴリゴリ感やザラザラ感がなく、スムーズな動きとなること。
異物の進入	異物が進入しても操作荷重に大きな変化がないこと。
凍結	凍結に強いこと。

次に主な対応例を紹介する。ただし、作動部については、部品が防水や防じん性に優れたカバークランクケース内に収納されているため割愛する。

(1) 防錆

材質がアルミダイキャストの操作部本体には、一般的な防錆処理ではなく、より耐食性の高い処理を施し、塩水噴霧試験においても高い防錆力を確保している。

内部部品については、最も影響の大きい操作レバーやシャッタおよび操作レバーのリターンスプリングについても耐食性を確保しており、さらに後述する表面処理によって、アルミニウムとの電食も防止している。

(2) 摺動抵抗低減、異物進入防止

操作部はコンパクト化と品質感を出すため、各部品のクリアランスはとても少ない設定となっている。従って、各部品同士の摺動抵抗低減のために、ケース2と操作レバーおよびシャッタに摩擦係数の低い表面処理を施した。これにより、摺動抵抗を格段に減少させることができ、違和感のないスムーズな動きをさせることができた。

さらに、この処理はほこりや砂や火山灰などの付着性も低いため、これらが進入しても、通常の操作によってそのほとんどが排出されてしまうので、抵抗の変化はほとんどみられない。

解除ロックのロックバー先端も常にシャッタと接触しているため、摩擦係数の低い樹脂を埋め込み、シャッタとの摺動抵抗および摺動音の低減を図っている。

後輪部との連結ワイヤには複撲りの線芯を採用し、配索による抵抗の増加を抑えている。

このような対策と適正なレバー比により、作動側のリターンスプリングの最大過重がかなりあるにもかかわらず、女性でも指1本で軽く操作できるシステムとなっている。

(3) 凍結防止

摺動抵抗低減のための表面処理により、氷が付着せず、さらに本体の水抜き穴の位置や数を工夫し、内部に水がたまらない構造としている。

また、連結ワイヤのインナワイヤ出口にも防水ブーツをかぶせ、水の浸入を防いでいる。

このような対策により、凍結に強いシステムとなった。

4.5 盗難抑止装置の目立ちやすさ

当社システムはメインスイッチキー穴を覆ってしまい、キー穴の存在を隠してしまうので、いたずら者や盗難しようとする者は躊躇することとなる。また、ユーザー本人も盗難抑止装置が作動していることが一目瞭然なので解除忘れない、従来のシステムのような一度始動したエンジンを止めて解除し、再びエンジンを始動するといった二度手間を防止することができる。

4.6 盗難抑止装置の防御

当社システムは高強度の部品を使用し、その部位へのいたずらに対して防御力を高めてあるが、その他にも防御に関する対策を織り込んでいるので、その中から主なものを紹介する。

まず、操作レバーへの攻撃がシャッタへ影響しないようにという配慮から、操作レバーとシャッタが一体構造ではない。

次に、図8に示す解除ロックのプッシュ機構は、キーを挿し込みロータをプッシュすることによってキーロータがバーロックに接続され、初めて解除動作ができる。キーを使わずにロータを回せばその最細部で切断してしまい、無理にプッシュすればタンブラが折れ曲がりシリンダに食い込み、やはりロータは回らない。

これらの構造の特徴は、いずれも受けた衝撃に耐えるものではなく、その部位で食い止めてしまう点である。これは、盗難に耐える構造にするには、大きさや形状および材質にいたるまで際限がなく、途方もないものとなってしまうことを避けたためである。

また、そこを破壊しても盗難できず、ほかへの攻撃も

できない状態になるとあきらめてしまうのではないかとの判断から、これらの構造を採用した。

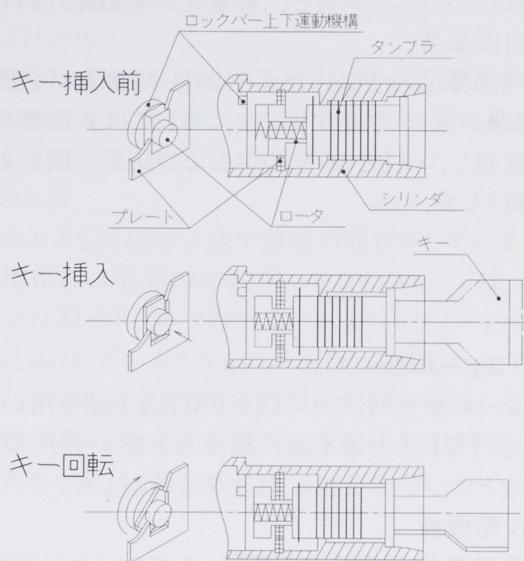


図8 解除ロック構造図

5 おわりに

G-LOCKは、他システムにない特徴を持ち、ユーザーが簡単にかつ確実に操作できるよう開発した。しかし、この世に盗難がある限り、盗難抑止装置の開発は止まらないであろうが、本来ならこのような装置のいらない世の中になって欲しい。

●著者



スノーモビル用ブレーキシステム

Brake System for Snowmobile

竹内 均 Hitoshi Takeuchi

●モーターサイクル事業本部 RV事業部技術室

1 はじめに

ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）のスノーモビルは1996年モデルまで機械式ブレーキを採用していたが、近年の走行性能向上に伴い、より高いブレーキ性能が求められるようになった。そこで、油圧ブレーキシステムおよびベンチレイテッドディスクブレーキの開発を進め、1997年モデルVX600より採用を始めた。この開発の中で、スノーモビル用ブレーキシステムの特徴が明確となったので、ここに紹介する。

2 開発にあたっての条件

ブレーキシステムはいずれの商品も、市場におけるあらゆる環境でその機能を損なってはならない。スノーモビルの場合、外気温-40°C、路面は新雪から氷においてまで機能および耐久性を保証する必要がある。また、スノーモビルは雪上でドリフトを積極的に利用するため、指1本のブレーキ操作で車両の運動をコントロールできることが求められている。

3 技術的特徴

3.1 レイアウト

スノーモビルの動力伝達経路を図1に示すが、エンジン動力は次の順序で路面に伝えられる。

エンジン→自動変速機→セカンダリシャフト

→減速機→ホイルスプロケット→トラックベルト

ディスクブレーキはセカンダリシャフトに取り付けられ、その回転数はエンジン回転数を上回る場合がある（当社最高出力機種SRX700は8500rpm.）。

また、モーターサイクルのタイヤにあたるのがトラックベルトだが、タイヤ径に相当するのはホイルスプロケットのφ183である。

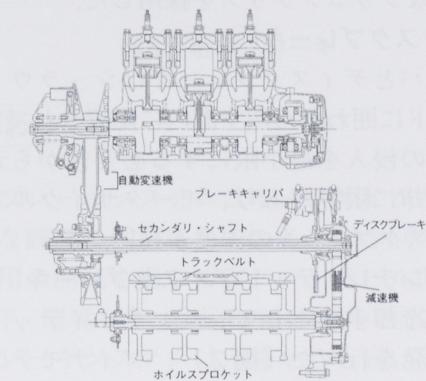


図1 スノーモビルの動力伝達経路

3.2 仕様諸元

代表的スノーモビルであるSRX700の仕様諸元を、エンジン出力と車重が近いモーターサイクルXJR1300との比較で表1にまとめた。

この車格のモーターサイクルでは一般的に前後3枚のディスクを配しているが、スノーモビルの場合は1枚で対応している。トラックベルト駆動スプロケットが小径であるため必要制動トルクは小さいが、回転数が極めて高いのが特徴である。

表1 仕様諸元比較

	SRX700	XJR1300
エンジン最高出力 (PS)	130	100
装備重量 (kg)	284	253
最高速度 (km/h)	180	220
タイヤ直径 (mm) *	183	584
ディスク最高回転数 (rpm.)	8500	2000
レバー比 (シリンドラ面積比)	前 一 後 7.4	16.7 11.4
キャリパ形式	前 一 後 対向2POT	対向4POT 対向2POT
摩擦材面積 (cm ²)	前 一 後 17.1 X 2	20.7 X 4 19 X 2
ディスクブレーキ 有効直径 (mm)	前 一 後 186	266 235
ディスクブレーキ 厚さ (mm)	前 一 後 VENTI. t10	FLOAT t5 SOLID t5

注* SRX700はトラックベルト駆動スプロケット径

3.3 低温に対する配慮

外気温が-40°Cにおいては潤滑剤の選択にも配慮が必要である。ブレーキまわりには通常石油系のグリスを

使うことができず、モータサイクルではブレーキ液と同成分のグリスを採用している。しかし、このグリスは低温下での粘度上昇が大きく、-40°Cではブレーキレバーがストロークした状態から復帰しない。スノーモビルでは、石油系以外で低温特性が良好なシリコングリスを採用した。

3.4 ディスクブレーキ

キャリパとディスクブレーキはシュラウドとアンダーフードに囲まれた閉空間内に配置されている。しかも雪の侵入を最小限にする必要性から走行風による冷却に限界があり、モータサイクルと比較してディスクブレーキの温度が高い。

3.4.1 ベンチレイテッドディスクブレーキ

有効な冷却手段として、ベンチレイテッドディスクの開発を行った(図2)。ダイナモテストにおいて、t5のソリッドディスクとの比較で冷却性能を測定したが、その結果、昇温速度は21%遅く、冷却速度は24%速いことが確認された。現在600cc以上の水冷モデルに採用している。



図2 ベンチレイテッドディスク



図3 ソリッドディスク

3.4.2 ソリッドディスクブレーキ

1999年モデルのPZ500の開発では、コストダウンを目的にソリッドディスクブレーキの開発を行った(図3)。この機種はベンチレイテッドディスク採用機種より軽量かつ低出力であったが、ソリッドディスクブレーキの温度は最高550°Cにまで達した。開発は耐熱変形を中心に進められたが、ダイナモテスト(図4)にて軽減孔形状によって変形のレベルが異なることがわかり、550°Cの繰り返し熱負荷をかけても変形しないディスクブレーキが完成した。

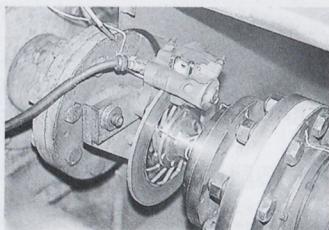


図4 ダイナモテスト

図5に3つのスペックのテスト結果を示すが、本テストはディスクを550°Cまで昇温後、ディスクの変形が許容限界に達するまでのサイクル数を求めたものである。

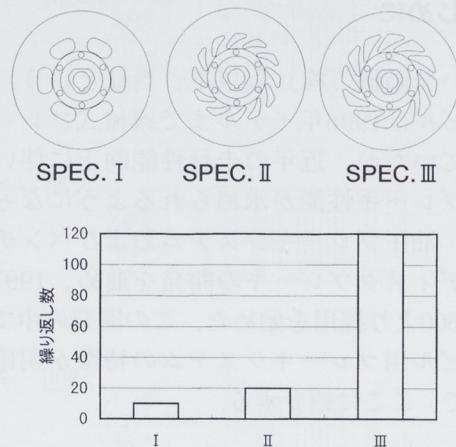


図5 昇温・冷却テスト

ディスクはパッドとの摺動部で発熱し熱膨張を起こし直徑が増加する。この径方向の寸法変化が阻害された時、板直角方向の変形(振れ、反り)が発生すると考えられる。SPEC. IIIは図6の変形モデルに示すように、軽減孔形状により径方向の剛性を下げ、熱膨張を阻害しないことを目的に設計されたものである。

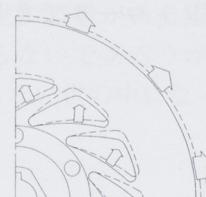


図6 ディスクの変形モデル

3.4.3 ディスクブレーキの固定方法

車両状態でディスクブレーキには高い振れ精度が必要である。しかし、スノーモビルの場合、ディスクブレーキは多くの部品を介して取り付けられているため、アッセンブリ状態での精度確保は困難であった。

そのため、ディスクをシャフトに対しフルフローで固定して自由度を持たせる構造とした。

3.4.4 ノックバック現象

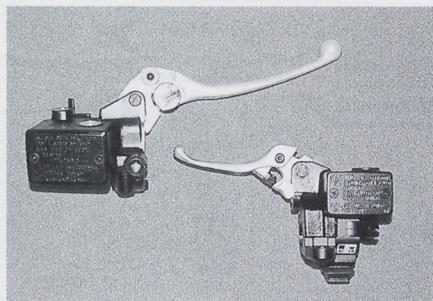
車両がジャンプして着地した際、ブレーキレバーの遊びが増加する現象が発生した。調査したところ、トラック

ベルトが回転している状態で着地した場合、チェーンに大きな張力がかかり、セカンダリシャフトに曲げモーメントが発生して弾性変形し、この変形によりディスクが傾斜してキャリパのピストンを押し戻してしまう“ノックバック現象”であることがわかった。

これは、シャフトの支持がチェーン入力に対し片持ちであるため、シャフトのたわみ角が大きかったのが原因であり、シャフト支持ペアリングをチェーンの両側に配置する対応を行った。

3.5 システム剛性

前述の通りスノーモビルの場合、ブレーキレバーを指1本（又は2本）で操作し制動や車両進行方向のコントロールを行っている。そのためには少ないレバーストロークで必要な制動力を得なければならない。これを達成するためにまずシステム剛性（ブレーキレバー入力とレバーストロークの比）を高く設定し、レバーの長さも不要な部分を削除した。図7にSRX700とXJR1300のレバーを示す。

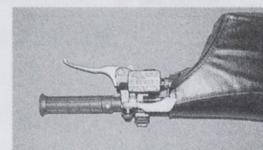


下がSRX700

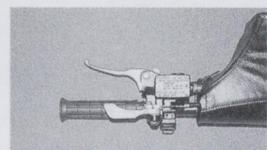
図7 ブレーキレバー仕様

3.6 駐車ブレーキ

スノーモビルにはレギュレーションで駐車ブレーキの装着が義務付けられている。油圧ブレーキは長時間の作動を継続すると構成部品のシール部より液漏れし液圧が低下するため、駐車ブレーキには不適当である。そこで、廉価な機械式キャリパを駐車専用に配した。また、図8に示すように、操作を容易にするためレバー作動機構を考案し、且つ駐車ブレーキの解除忘れの防止を図るため、ブレーキが作動している時はレバーがグリップにラップするようにレイアウトを行い、乗員に知らしめる工夫をした。



駐車ブレーキ解除



駐車ブレーキ作動

図8 駐車ブレーキ

4 おわりに

油圧ブレーキシステムはモータサイクルをはじめ様々な商品に採用されているが、今回のスノーモビル用の開発を通して、スノーモビルの構造、使用条件、環境の違いなどその特殊性を再認識した。

本ブレーキシステムは市場からも高い評価を得ているが、“雪”という非常に不安定な路面を相手にしているだけに、まだ不明な点は多く改良の必要性を感じている。

最後に、ディスクブレーキの開発において（株）フジコーポレーションの多大なご協力に紙面をお借りして深謝申し上げる。

ものづくり改革 イグニッショングル

Reform of Manufacture, Ignition Coil

朝枝史郎 Shirou Asaeda

柳沢 豊 Yutaka Yanagisawa

●森山工業(株) 技術部/生産技術部

1 はじめに

1994年9月にTPM活動を開始し、中期経営方針である「お客様に信頼されるグローバルな電装メーカー」になるべく、経営体質の強化を目指した全社活動を展開してきた。活動の柱として、製造部門、事務・間接部門、技術部門の三位一体による主要製品のものづくり改革を推し進めた成果を紹介する。

2 概要

2.1 ものづくり改革の生い立ち

これまでもコスト低減活動は進めてきたが、各テーマが個別のコストダウン活動であったため単発的な傾向が強く、それを結び付けた活動となっていないという反省があった。ヤマハ発動機協力会の一員として、一つのテーマを数年間にわたって活動した部品削減やコスト低減の活動を通して、1994年にTPM活動、1995年にはISO9001取得活動を開始した。これらの活動を通して、体質改善活動が展開され、コスト低減すべきテーマがより明確化された。さらにコストに占めるロスも顕在化し、このロスの低減こそがコスト低減活動であり経営体質強化の柱となるものであった。

2.2 活動の形態

図1は活動全体と個々の活動のつながりを示すものである。この活動は「改善」と「改革」の二つで成り立っており、一つは「基礎体力強化の改善」というTPMでいう21大ロスの低減活動である。二つ目は「ものづくり改革活動」という、商品構造、設備、ラインの再設計を伴う活動である。これらの活動の具体的な展開は、TPM小集団とスタッフの協業による基礎体力強化活動と、三位一体のプロジェクト活動によるモデル製品のものづくり改革活動であるが、今回は「ものづくり改革活動」について紹介する。

まず全製品の中から影響度の高い主要製品5品目をモデル製品として選定した。その5品目は、イグニッショングル、ロータ、ベース、モータ、CDIユニットであるが、この5品目で電装品全体の生産数量の50%を占める。イグニッショングルモデル製品についてはイグニッショングル全体の中で87%を占めるものをモデル製品として選定した。

次に、5モデル製品それぞれに、製造部門、事務・間接部門、技術部門で構成する三位一体のプロジェクトチームを組んで活動を行った。

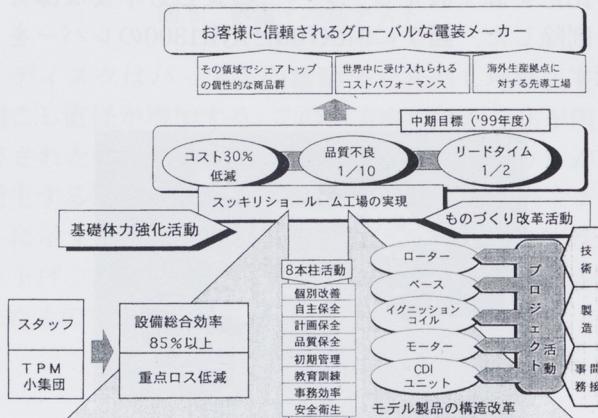


図1 活動の形態

2.3 活動内容

活動の内容を表したもののが図2である。

まず、価格動向、要求性能、要求機能、他社製品、自社製品、工程・工法について現状把握をして、整理を行う。ここでは予想を極力排除し、裏付けのある事実だけに絞った。

次に行う機能分析は、性能から工法までの8項目を着眼点とし、8項目それぞれに関して、次に示す二つの評価基準で検討を行った。

①何がどうあればよいのか？

②コストミニマムの方法は？

一つの着眼点を検討する際にはほかの要素は考慮に入れず、できるだけ単純な思考で行い複雑にならないようにした。

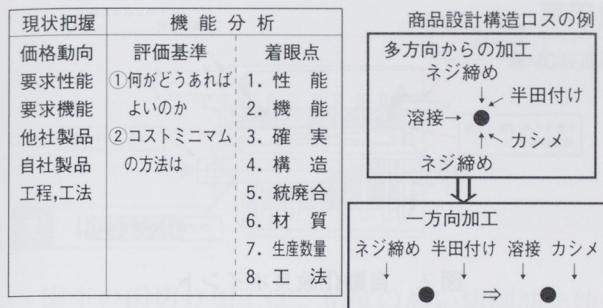


図2 活動内容

さらに機能分析によって出てきた改良案について、現状と比較した場合の差をロスと位置づけた。このロスは構造や部品の機能を見直すことにより表れてきたものであり、設計変更することでロス低減が実現することから、このロスを商品設計構造ロスと名付けて21大ロスと区別して扱った(図3)。

さて、この5モデル製品についてのロス集計結果は、商品設計構造ロスが全体ロスの80%となるものであり、この商品設計構造ロスに手をつけることが、コスト低減の決め手となることが分かった。商品設計構造ロスの概念的な事例を図2右側に示したが、多方向で様々な加工方法の工程を、製品構造、設備、ラインの再設計によって、設備費用と加工工数の低減化や自動化ラインへの対応容易化が図れ、コスト低減になる。この差が商品設計構造ロスである。

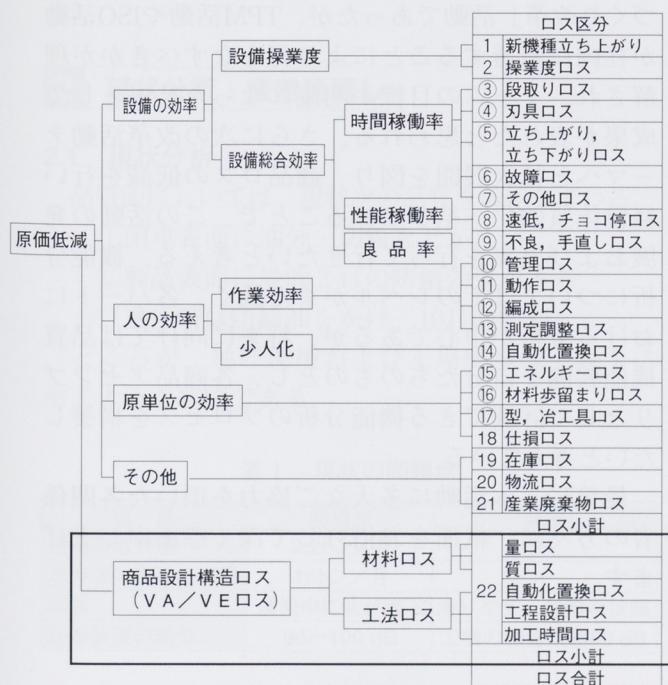


図3 ロス構造

活動の主な流れを図4示すが、製品などの開発から生産初期に至るまでの品質、コストや納期に関する管理および改善の活動を「初期管理」とし、新機種初期管理フローをISOの規定として定め運用する。生産移行後は初期品の適正品質の確保と品質の早期安定化を図るための活動として「初期流動管理」を設定し、最終的に初期流動管理解除判定会を実施し完了となる。これらの活動の効果は次の通りである。

- ① ネック工程の見極めと改善
- ② 工程ごとの不良内容と解析
- ③ 不良内容の分析と対策
- ④ メンテナンスのポイントと間隔の改善
- ⑤ ライン効率と設備総合効率の確認
- ⑥ オペレータの教育

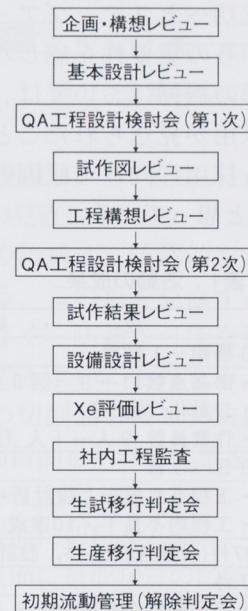


図4 活動の流れ

2.4 プロジェクト体制

プロジェクトの体制に関しては、図5に示すように企画・構想段階からプロジェクトメンバーに生産部門も加わり、要素技術開発の課題を明確化し、さらに各課題に責任者を指名することにより責任と権限を共有化し、結果に対し全体責任の思想で運営する。PLやリーダは課題に対して積極的な取り組みが必要不可欠であり、全体を目標に対していかに進めるかがキーポイントとなる。

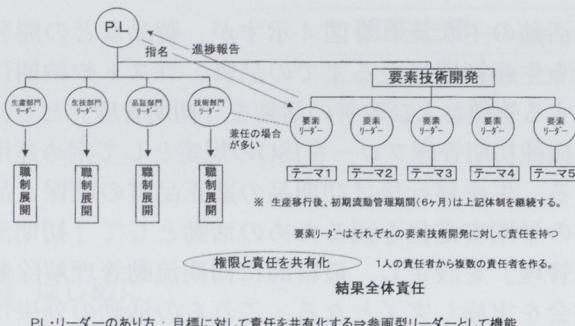


図5 プロジェクト体制

2.5 活動のまとめ

今回の活動の成果を表1に示す。

この活動に先駆けて、パルサコイル組み立て自動化が既に社内合理化テーマとして完成していた。この活動自体は小規模であったが、その成功体験が今回のテーマ成功へとステップアップさせたものであり、土壌作りの重要性を感じないではいる。今回一部の機種においては、ドライバビリティの点から採用が見送られたことは残念であったが、今後とも採用に向けて原因の追求と改良を行っていきたいと思っている。

表1 活動の成果

項目	成 果
機能・標準化	3種類→1種類
コスト	・部品点数11→9（図6） ・自動化（図7） ・作業員数 9人→1人（図8）
製造リードタイム	8日→3日
品質	・工程不良解析と設計折り込み ・工程内不良1/10達成
MP情報	97件（設備仕様64件、設計仕様33件）
工程能力評価基準	7件
人材育成	・部品知識の共有化 ・部品管理ポイントの理解 ・設備管理ポイントの理解 ・設計思想の共有化

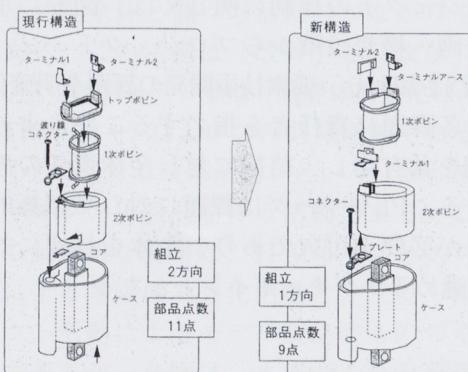


図6 IGコイルの構造

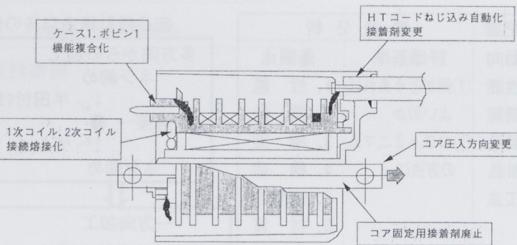


図7 自動化改良ポイント

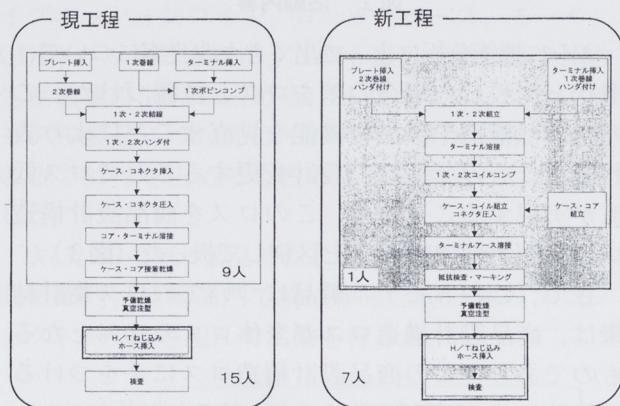


図8 工程変更による人員削減

3 おわりに

TPM活動やISO活動の中で形となってきた「ものづくり改革」活動であったが、TPM活動やISO活動が社内に浸透することにより何をなすべきかが理解され、チームの目標が明確になった結果として成果が表れたと思われる。さらに次の改革活動テーマへと拡大展開を図り、商品ロスの低減を行い経営体質強化へ結びつけることで、この活動の発展および充実を行って行きたいと考える。機能分析についてはそのレベルがまだ低く、各パートにおける分析が中心であるが、将来に向けては品質機能展開を自分たちのものとし、各商品アセンブリとして評価できる機能分析のプロセスを構築したいと考えている。

最後に、本活動に多大なご協力を頂いた各関係者の方々に、紙面をお借りして深く感謝申し上げます。

中間洗浄 地球に優しい小型遠心分離装置の開発

Development of a Compact Centrifugal Oil Separator for Environmental Conservation

戸田伊知郎 Ichiro Toda

●MC製造統括部 浜北工場製造技術課

1 はじめに

歯車の歯切り加工は、粘度の高い切削油を使用するため、製品には多量の油と切粉やゴミなどが付着する。一般的には洗浄を行って後工程へ渡している。その洗浄も洗浄液を使い油と切粉の除去および乾燥と防錆処理という、処理時間がかかり大型装置も必要な工程であるため、ライン外に洗浄装置を置いて、洗浄処理をしている。

ヤマハ発動機(株)の工場においても、歯切り加工後に製品を運搬して大型洗浄機で処理している。環境面からみると、製品とともに切削油は多量に持ち出され、洗浄後は洗浄液とともに産業廃棄物となり、地球環境を悪化させる。また運搬中に油が落下し床が滑りやすくなり工場環境も悪化させている。

今回、洗浄機能を見直すことにより産廃処理の廃止および工場の床への油ダレゼロの地球環境に優しい小型装置への置き換えができたので、その経過について述べる。

2 現状分析・機能見直し

2.1 現状分析

品質面においては、現状次の品質を満足している。

- ①歯車表面に油分・切粉などがない。
- ②製品表面に最低2日の防錆効果がある。
(連休時は防錆油をかけ、10日間防錆)

ところが、地球環境および工場環境は、表1に示すような状態である。

表1 現状の問題点

項目	問題点	備考
油剤の消費量	2.2トン/月	—
洗浄後の廃液処理量	16トン/月	—
床面	運搬中に油が滴下	滑りやすく危険な状態
洗浄装置の騒音	90~100 dB	工場の騒音規格80 dB

現状の洗浄機の大きさは、横6m・高さ4.5m・奥行き5mと大型である。図1にその概要図を示す。

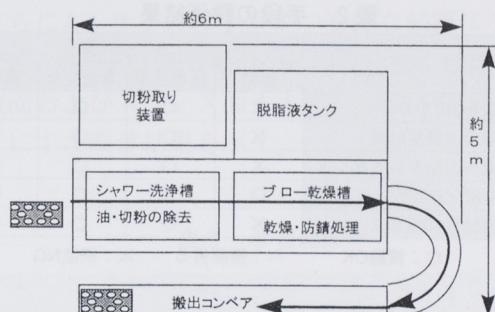


図1 洗浄機の概要

2.2 機能の見直し

(1)品質面の見直し

連休時の防錆は、防錆油をかけ10日間防錆をしている。この点を見直すと歯車表面に切粉などではなく、防錆が可能な最小限の油が付着していてもよいことになる。いいかえれば、最小限の切削油を残し、防錆効果があれば洗浄後に防錆油をかける作業をなくせる。

(2)見直し後の品質目標

- ①歯車表面に切粉などがない。
- ②製品表面に最低10日の防錆効果がある。
(防錆効果がある最小限の切削油を付着)

以上の可能性を確認するため、基本的な品質と機能を再設定して確認実験を進めた。

3 目標と達成手段の検討

3.1 目標設定

環境面の改善目標は、次の4項目である。

- ①切削油剤の消費量を削減する。
- ②廃液処理を廃止する。
- ③運搬中の歯車よりの油ダレをなくす。
- ④騒音は80 dB以下にする。

品質面の目標としては、次の2項目である。

- ①防錆効果を10日以上もたせる。
②加工基準面・歯切り面に付着する切粉を除去する。

3.2 達成手段の検討

考えられる方案として次の4項目を設定したが、以下にその内容を述べる。また、その評価結果を表2に示す。

表2 手段の評価結果

評価項目	手段	方 案			
		振動	圧縮空気	真空空気	遠心力
廃液を0にする	×	○	○	○	○
油剤の消費量削減	×	○	○	○	○
工場への油ダレをなくす	×	○	○	○	○
騒音80 dB以下	○	×	○	○	○
防錆効果10日以上	×	○	○	○	○

○：機能OK

△：機能劣る

×：機能NG

①振動による方案

この方案は、脱脂液中に歯車を入れ高周波振動させ付着物を落とす方法である。この方案でテストを行った所、付着する切粉の除去はできた。しかし、脱脂剤を使用するため防錆効果は現状のままなので、後で防錆油が必要になる。また、脱脂剤を使用する化学的な処理では、洗浄機能は満足しても洗浄後の液は劣化するので廃棄する。そのため、地球環境改善は望めないことから、物理的な方法の検討を行った。

②圧縮空気による方案

この方案は、圧縮空気を歯車にあて付着物を吹き飛ばす方法である。実験を行った所、特に歯底部に付着する切粉・油がうまく取れないが、防錆効果は10日以上であることが分かった。また、圧縮空気の吹き出しにより、95dBもの騒音が発生することも分かった。

③真空吸入による方案

この方案は、真空吸入器を使い付着物を吸い取る方法である。実験を行った所、付着している細い切粉は除去できるが、大きい切粉と歯底部の油・切粉が取りにくい。しかし、防錆効果は10日以上であることが分かり、また騒音は80dB以下を満足できる。

④遠心力による方案

この方案は、歯車を高速で回転し付着物の切削油・切粉を振り飛ばす方法である。簡単な装置を製作し実験してみると、後工程また油分で問題に

なる切粉は毎分2000回転で除去されることが分かった。また、残った油分で10日間の防錆ができることも分かった。

以上により、遠心力による方案は品質面および環境面ともに最適であることから、この方案で開発を進めた。

4 開発内容

4.1 開発仕様の目標

(1) 装置の仕様

- ①大きさは、インマシン化でA4サイズ
②処理時間は、加工マシン化で8秒以下

(2) 品質評価

- ①製品に付着する油や切粉の重量評価
(例、外径 $\phi 35$ 、重量85gのもので、加工後の付着量1300 mg → 処理後80 mg以下)

②防錆効果10日以上

以上の仕様を満足する市販機がないため、自社開発を行った。

4.2 装置の概要

装置は、回転主軸とモータの単純組み合わせ構造で十分なため、職場において“手作り”で製作を行った。遠心力洗浄は、製品に付着した油や切粉などの付着力Fが反力 [遠心力 $f (=m\alpha)$] に負け分離する。この力は製品の全表面に働く。回転継ぎ手よりエアを入れて製品を三方チャックでクランプし、小型ACサーボよりベルトを経て主軸を回転して油や切粉を除去する。8秒後に停止し、アンクランプする。図2に構造図を示す。大きさもA4サイズ以下の横240mm・縦100mm・高さ260mmと小型で、現有の歯切盤の中に設置することができた(図3、図4)。

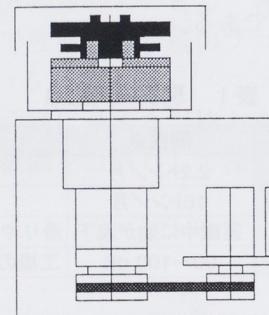


図2 構造図

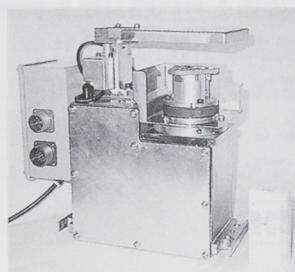


図3 小型遠心分離装置

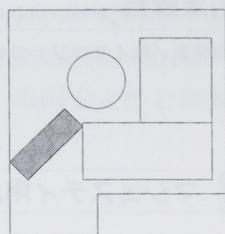


図4 齒切盤内に設置

4.3 条件決め

下記のテスト結果（図5、図6）とモータおよび主軸の耐久性を考慮し、品質安定性もある毎分2000回転を生産条件として設定し、今まで約1年間品質異常および故障もなく安定して生産が継続されている。防錆テストを行った所、防錆効果は5ヶ月もあり、品質面での目標を十分満たしていることが分かった。

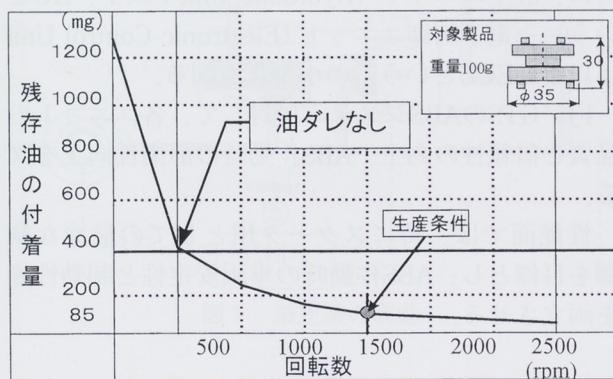


図5 回転時間8秒における回転数と残存油付着量の関係

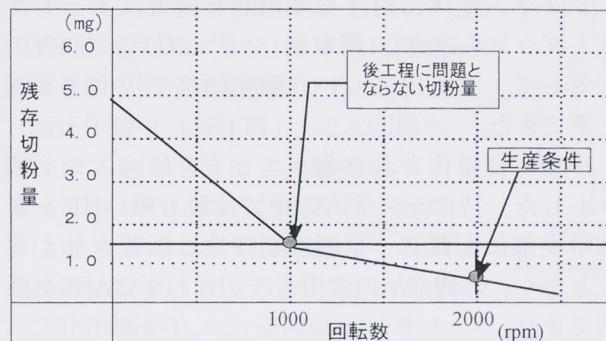


図6 回転時間8秒における回転数と残存切粉量の関係

4.4 結果

品質面では、油や切粉の付着物を除去し、かつ目標を大幅に上回る5ヶ月以上の防錆効果がある油および切粉の分離装置ができた。

環境面では、廃液処理は従来16トン／月をゼロとすることことができ、切削油剤の消費量は、従来の1/15に削減できた。また、工場通路への油ダレがなくなり、滑る箇所もなくすことができた。騒音は、以前の90~100dBを70dBと改善を計ることができた。

さらにA4サイズの小型かつ安価な装置にできたことで、各々の歯切り盤の中に組み込むことができ、物流面およびスペース面も大幅に改善された。表3に主な改善結果を示す。

表3 改善結果

	改善前	改善後
防錆効果	2日	5ヶ月以上
廃液処理	16トン／月	0トン／月
切削油剤消費量	2.2トン／月	0.15トン／月
床面	油の滴下あり	油の滴下なし
騒音	90~100dB	70dB
大きさ	6m×4.5m×5m	327mm×116mm×311mm

5 おわりに

従来の洗浄という概念から基本の機能を見直すことで、産業廃棄物ゼロという地球環境改善に貢献し、工場環境も大幅に改善ができた。

マジェスティ250搭載のABS

ABS System for Majesty250

河合秀夫 Hideo Kawai

梶原邦夫 Kunio Kajihara

瀬戸宏昭 Hiroaki Seto

高田祐司 Yuji Takada

山本幹雄 Mikio Yamamoto

●モーターサイクル事業本部 第2コンポーネント開発室／第4プロジェクト開発室

1 はじめに

1991年、ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）はFJ1200Aで初のABSを装着し、次いでGTS1000Aにも展開を図りお客様の好評を得た。

本年、その機能水準を継承進化させ、マジェスティ250にABSを装着した。これにより、お客様にはスクータをさらに安心して快適に愛用していただけるものと確信している。

以下に、スクータ用ABSとして新開発した内容を紹介する。

1.1 ヤマハABSの4つの特性

ヤマハABSの第1の特徴は、車両安定性と制動性能をバランスさせるためブレーキシステムをフル油圧システムとし、その制御を、液圧補償型液量制御弁（Flow Control Valve；以下、FCVという）とそれをコントロールする電子制御によって実現している。

第2の特徴は、ABS作動中の乗り手の車両操作感覚と車両挙動の相互関係の適正化を図り、スムーズな車両挙動を実現させながら、限界条件での制動であるという情報をブレーキ操作系にフィードバックしている。

第3の特徴は、電子制御部および電装システム系の自己診断能力と、液圧制御系の最適化などによる、フェイルセーフ性の確保である。

第4の特徴は、小型・軽量なシステムであり、車両としての運動基本特性を高く維持している。

1.2 スクータにおけるABSの位置づけ

通常走行時には制動操作により車両挙動が自然さを損なわないことを意図して、前後が独立に作動するブレーキシステムを選択し、ABSを付加することでさまざまな気象状況や路面状況においても安心して愛用していただけることを目指した。

2 マジェスティ用ABS開発

2.1 マジェスティにおけるABS開発の重点課題

冒頭に述べたように、より安心で快適に愛用していただけるスクータを実現するため、以下に示す4つの重点課題を設定した。

ABSをスクータに搭載し、さらに普及させるにはコストが重要な鍵となるため、FJ1200A、およびGTS1000A（以下、FJ/GTSという）の従来型からのコストダウンを行う。

二輪車へABSを搭載するにあたっては、各ユニットを最適に配置することが要求される。特に、空きスペースが少ないスクータにレイアウトするために、液圧ユニット（Hydraulic Unit；以下、HUという）、電子制御ユニット（Electronic Control Unit；以下、ECUという）の小型化を図る。

FJ/GTSのABSシステムに対して、各ユニットの品質と信頼性の向上、ABS作動時の静肅性向上を図る。

性能面では、特にスクータ用としての最適な制御を目標とし、ABS作動時の車両安定性と制動性能を両立させる。

2.2 開発結果

前述の課題を達成するために、FJ/GTSで確立したノウハウをいかしてシステム全体を見直し、以下の結果を得た。

システム全体に対する多角的な施策によってコストダウンを達成し、基本車（マジェスティ250SV）に対して、3万円高という販売価格で提供することができた。

小型・軽量化された各ユニットを最適にレイアウトした。特にシステムの中では最も重いHUを車体中央部に配置し、車両運動特性に影響を与えることなく、外観部品の変更も一切行わずにABSを搭載できた。

センサロータ取り付けに新構造を採用するなどにより、信頼性を向上させた。また、HU内へのサイレンサ室の追加により、HU作動音が聞こえない

程度までに静肅性を改善した。

系統的に制御仕様の開発を行い、滑らかで静かな制御とともに、低μ路面で制動効率96~106%（欧州認定値）を達成するなど、車両安定性と制動性能を両立させることができた。

3 システム概要

3.1 液圧系統の概要

ヤマハABSの特徴である、小型・軽量で滑らかな作動を実現するために、FJ/GTSで実績のある、FCVを内蔵した2位置制御型、循環式のHUを使用している（図1）。

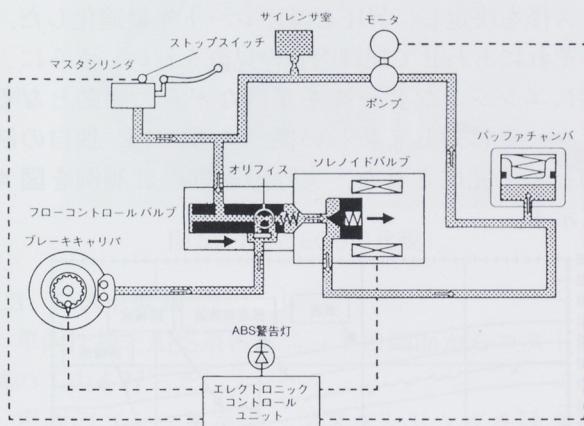


図1 液圧系の構成

このHUには、通常制動時のブレーキ液回路にオリフィスなどの絞りがないため、ブレーキ操作フィーリングへの影響はなく、二輪車の自然な制動挙動をそのまま維持している。

ABS作動中（減圧時）に2次回路へ流れたブレーキ液は、一時的にバックファランバにたくわえられ、ただちにポンプによって入力側へくみ戻される。なお、FJ/GTSに対してポンプ吐出部から入力側回路間にサイレンサ室を追加したことにより、ABS作動時のポンプ出力脈動を減衰させ静肅性を高めている。

3.2 電子制御系統の概要

電子システムは、液圧制御機能とシステムの監視および自己診断機能を有している。

液圧制御は、図2のように従来システムを継承しているため、ここでは前記したスクータへのABS搭載上の課題のうちから、ECUで行った小型軽量、低コストを同時に実現するための施策を幾つか紹介する（図3）。

第1にプロセッサ監視回路（ウォッチドッグ回路）をメインプロセッサパッケージ（QFP）へ内蔵し、部品点数の削減を行った。ただし、フェイルセーフ性に影響を及ぼさないようにハードウエア的に独立させるとともに、ウォッチドッグ機能の充実としてパルス間隔の確認を行い、規定値より遅れたり早まった場合は異常と判断する。

第2に電子部品を面実装にした。面実装化により、小型化のほかに耐振性などの信頼性も向上している。

第3にダブルマイコン構成（2つの同一プロセッサ使用）を1.5マイコン構成（メインプロセッサとサブプロセッサ使用）へ変更し、プロセッサの基板専有面積を減らしつつ出力論理回路を簡素化した。これにより入出力回路で使用していたカスタムICを廃止することができた。

一方、ダブルマイコン構成を採用してきた理由は、2つのプロセッサが同じ演算を実行し相互に比較することで演算結果の正常性を監視するためである。

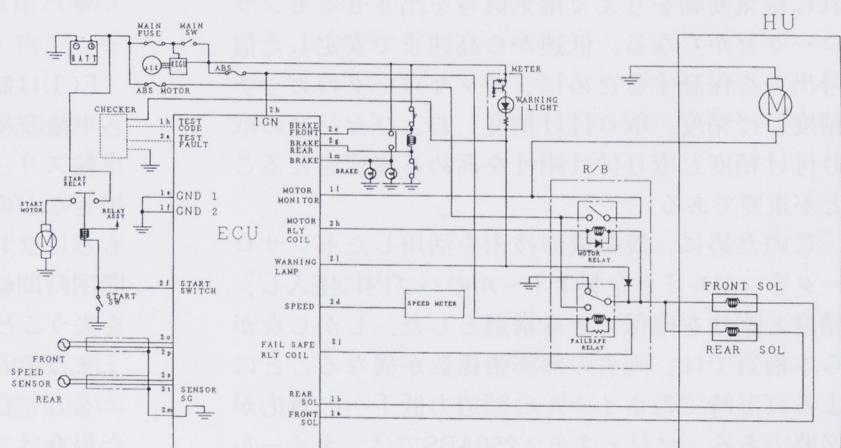


図2 回路図

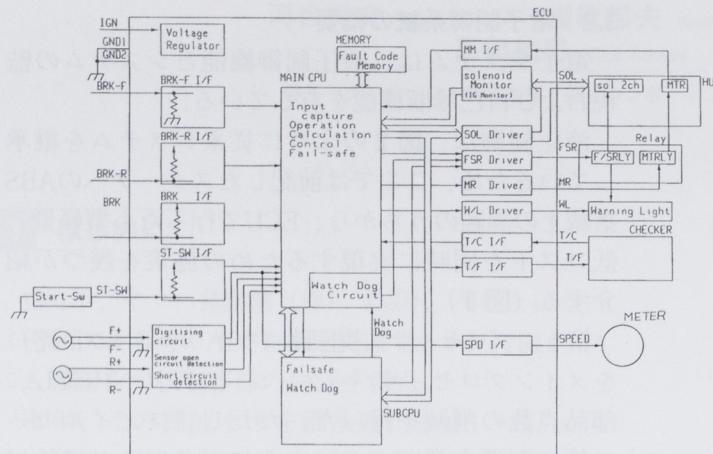


図3 ECUブロック図

1.5マイコン構成でも従来のダブルマイコンと同等のフェイルセーフ性を確保するために、RAMの常時監視などのメインプロセッサ自己診断機能の充実を行い、自己診断で検出できない故障はメインとサブのプロセッサ相互監視により検出できるようにした。

異常検出した場合の処置は、2つのプロセッサのどちらかまたは両方がフェイルセーフリレーを遮断し警告灯を点灯するとともに、異常コードを記録する。

このように、システムの監視および自己診断機能と異常判断時の処置や信頼性を維持しつつ課題を達成した。

3.3 センサ系の概要

車輪速センサ系は、電磁誘導型のセンサと、それに磁気変動を与えて電気信号を出させるセンサロータとからなる。低速から高速まで安定した信号出力を保証するために、センサロータのピッチ精度、径精度、取り付け精度、およびセンサの取り付け精度と取り付け剛性を高める構造をとることが重要である。

このために、焼結成形技術を活用したセンサロータを、アルミ合金製ホイールのハブ内に圧入し、精度と剛性を確保できる構造とした。しかしながら本構造では、両者の熱膨張係数が異なることによる高温時でのホイールの緊迫力低下への対応が必要である。マジェスティ250ABSでは、ホイールとロータとの間に板ばね状のステンレス製リテナを介して圧入した。これにより、上記の寸法変化を吸収している。

またセンサについては、前輪はFJ1200Aと同様の高剛性アルミ合金製のハウジング、後輪はユニットスイングエンジンのクランクケースに取り付けることにより、精度と剛性を確保している。

4 マジェスティ250ABSのフィーチャ

4.1 制御内容

基本的な制御コンセプトはFJ/GTSを受け継ぎつつ、まず、車体構成（車重、ホイールベース、重心位置、サスストローク量）やブレーキシステムの違い（キャリパ、マスターシリンダ、ブレーキホース長）を考慮してスプール内のオリフィス径を決定し、昇圧と減圧レートを最適化した。

それにあわせて制御内容の見直を行い、さらに、常にエンジンブレーキをかけながらの制動となるスクータに対して新しい概念を導入し、独自の制御として完成させた。実際の制御の計測例を図4に示す。

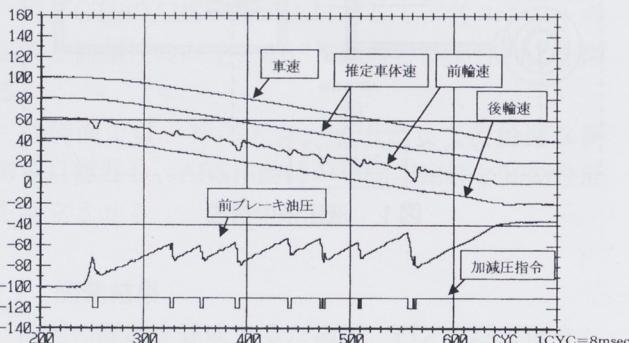


図4 制御の計測例

ECUは制御演算を8 msecごとに行い、その間に各車輪の速度、減速度演算、車両走行速度の推定、車輪スリップ状態の推定、走行路面の摩擦係数の推定などの多様なパラメータ演算を行い、それとともにソレノイドバルブの開閉命令を出し、その開閉時間幅で液圧をコントロールし、ブレーキ力を失うことなくロック回避を実現する。

またそれと同時に、ECUは車両各部の状態をモニタし、自己故障判断を行う。故障判断がなされた場合はフェイルセーフリレーを切るように指令を発し、それによりHUのソレノイドとモータは動作をやめてABS警告灯を点灯させ、通常ブレーキへの復帰を保証する。

4.2 コンパクト化

FJ/GTSにはMC用として最適なシステムを搭載し、当時としてはもちろん、現在でも小型・軽量なものであるが、マジェスティ250ABSではコストとのバランスを勘案しながら、それをさらに小型・軽量化した。

ECUは従来品から体積で約40%小型化した。また、HUは、体積で約30%、質量で約20%小型・軽量化し、約2.2kgとなった。従来型との比較を図5に示す。



図5 HUとECUの比較

4.3 コスト低減

車両仕様とABS系各ユニットの両面からコスト削減の工夫を行った。

車両のブレーキ系は、マスターシリンダを除き基本車（マジェスティ250SV）の部品を共用している。ホイール系も素材（金型）を共用し加工工程のみが異なる。これらにより、新規投資を抑制した。

ABS系各ユニットのうち、HUは四輪車用ハウジングを共用するとともに、内部のポンプ、FCV、モータなどに対して多角的にVAを行った。

ECUにも既に述べたような様々な改良が施され、コストダウンを達成した。

また、センサロータはリテーナを使用した取り付けにより、部品数削減と組立工数削減を果たした。

4.4 耐環境性の開発項目

スクータはカバーで覆われているとはいえ、ほかのモータサイクルと同様に外環境の影響を受けやすいため、耐環境性への配慮が不可欠となる。

センサとセンサロータは、外部からの異物や水から保護するという従来からの考え方を踏襲し、前輪はホイールとセンサハウジング、後輪は

ホイールとクランクケースに覆われた空間内にレイアウトした。さらにマジェスティ250ABSでは、それらのラビリンス形状を見直し信頼性を高めた。

ECUは、テールカバーに覆われた空間の内部にレイアウトし、さらに本体をゴムカバーで覆い、水などが入らないようにしてある。

5 おわりに

マジェスティ250ABSは高品位な制御性と高い信頼性により市場で高く評価され、内外のお客様の期待にこたえ愛用されると確信している。

今後とも本ABS技術の熟成を図りつつ、より多くのお客様に提供できるよう、適用拡大に努めて行きたい。

最後に、マジェスティ250ABS開発にあたり、共同開発を行った住友電気工業（株）をはじめ、社内外関係各位に紙面をお借りして深く感謝の意を表します。

車イス用電動補助ユニットの制御システム

Control System Design of Auxiliary Electric Power Units for Wheelchair

内山 敦 Atsushi Uchiyama 福井 巧 Takumi Fukui

●研究開発センター 制御技術室／事業開発室

要旨

車イス用の電動補助ユニットを開発し、商品名JW-IIとして市場に導入した。システムは手動車イスの車体に装着する交換車輪の形態をとっているが、ここではその制御系を構成する新しいアイデアについて報告する。すなわち、人力検出装置、模擬慣性走行出力、左右輪のクロス成分出力、4象限車輪駆動などについてである。これら独自のシステム構成により、極めてコンパクトな機械構造と自然な操作性を実現することができた。このJW-IIを用いることで、操作者は身体疲労を軽減でき、かつ生活圏の劇的な拡大を実現することができる。

1 はじめに

歩行障害者の移動手段として手動式の車イスがあり、その利便性によって広く普及している。しかしながら、本質的にパワーの小さい上肢による駆動となるため、現実的には手動式での行動範囲はかなり限定されたものとなっている。手動式と電動式の間に位置する車イスとして、ハンドリムと連動した補助動力装置を付与したものが提案されている⁽¹⁾が、一般のユーザを対象に実用化したものはなかった。近年、手動車イスをこぐことによる上肢への負担が問題になってきており⁽²⁾、これを軽減することが望まれてきている。そこで筆者らは、パワーアシストシステム（以下、P.A.S.という）の車イスへの応用開発を進め、1996年に実用的な商品として発売開始した電動補助ユニットJW-II（以下、JW-IIという、図1）の制御装置の考え方と具体的な構成について報告する。

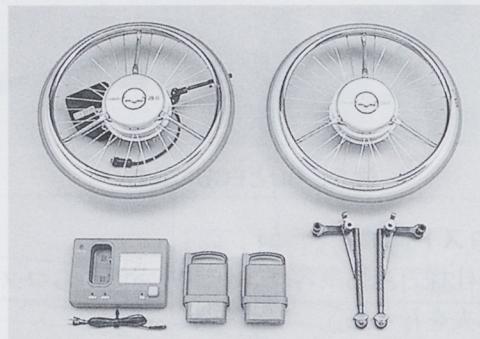


図1 電動補助ユニットJW-II



図2 JW-IIを装着した車イス

2 開発のねらい

一般に手動車イスには、折り畳み性、可搬性、収納性などのよさがある。この特徴をいかしつつ、効果的な動力アシストを提供することを開発の狙いとし、開発コンセプトを次のように定めた。

- 1) 各ユーザの車体フレームに後付けできること
- 2) 手動車イスの利便性を損なわないこと
- 3) 操作に習熟を要さないこと

3 P.A.S.車イスの構成

3.1 P.A.S.車イスの形態

JW-IIは基本的には左右の駆動輪とバッテリ、充電器などで構成され、手動車輪と交換して用いられる。図2は市販の車イスに駆動輪を装着した状態を示す。表1に仕様概要を示す。P.A.S.は駆動力として作用

する人力と、その人力に応じて働くモータのアシスト力との合成功によって車両を推進する補助動力装置である。

人力に対するアシストの動力比率をどの程度に設定するかによって、手動車イスから電動車イスまでの中間的な働きをさせることができる。

表1 JW-IIの使用概要

項目		仕様
モータ	タイプ	DCモータ
	出力	定格60W×2
バッテリ	タイプ	Ni-Cd
	容量	定格24V×2.8Ah
	重量	1.8kg (パック)
アシスト	充電時間	約1時間 (常温時)
	操作	ハンドリム操作
	方向	前後進双方
	最大アシスト速度	6km/h
	アシスト比	1.5~3
一充電走行距離		7km以上*
ユニット重量		13.8kg

*22インチ仕様、バッテリ満充電、常温25°C、平坦路5km/h連続走行時

3.2 P.A.S.車イス構成上の課題

同じ人力ベースの車両でありながら、車イスの駆動には自転車と異なる次の3つの特徴がある。

- 1) 駆動輪は操舵輪を兼ねる
- 2) 機械的ブレーキ装置を持たない
- 3) 間欠駆動である

手動車イスと相違ない操作感のP.A.S.車イスを構成するには、これら駆動上の特徴を最大限に考慮する必要がある。ここから導かれる駆動系の主たる課題に対しては、基礎的な検証を行いつつ、次のように方向性を決めた。

- 1) 各輪は双方向のドライブとする
- 2) モータと負荷間は常時結合とする
- 3) 間欠駆動における惰行性は制御上で工夫する

4 P.A.S.駆動輪の構造と動作

4.1 駆動系の構造

図3に駆動輪の断面を示す。一つの駆動輪は大きく、回転部と固定部に分けられる。ハンドリムは回転部にあり、3本のスプリングにより周方向に弾性的に支持され、入力検出部として機能している。ハンド

リムの荷重（人力）による変位は、ポテンショメータで電気信号に変換され、後述の回転トランクを通して固定部に伝送される。固定部には制御基板、モータおよび減速器が一体的に組み込まれ、最終的にピニオンギアから回転部上の内歯ギアへアシストの動力を出力する。

駆動輪は全体を貫通する車軸と、上記固定部のまわり止めとして機能するピンとの2点で車体フレームに固定され、容易に着脱可能となっている。

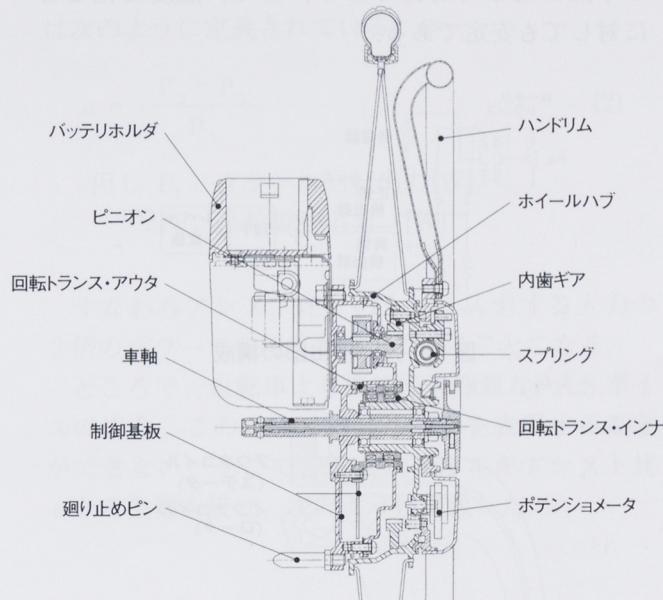


図3 駆動輪の断面

4.2 制御システムの構成

4.2.1 制御システム概要

図4に制御システム全体のブロック図を示す。左右の各駆動輪は、それぞれ入力要素から演算要素、出力要素までをそれぞれ独立に持っている。演算要素には16ビットCPUを搭載し、自輪の制御を行うとともに、シリアル通信にて相手輪と必要な情報を交換している。

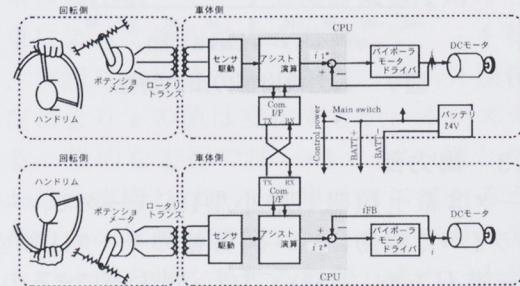


図4 制御システムのブロック図

4.2.2 入力部

図5に人力検出部の構成を示す。回転部にあるポテンショメータは図6に示す構造の2対の回転トランスの2次側コイルに直結されている。1次側のコイルを交流的に励磁し、空隙を介して2次側のインピーダンス変化を差動的に観察することで、非接触に回転部の信号伝送を行っている。図7にポテンショメータの軸回転角に対する各部の出力を示す。差動構成により、出力特性はポテンショメータの中点に対して対称であり、また、温度変化などに対しても安定である。

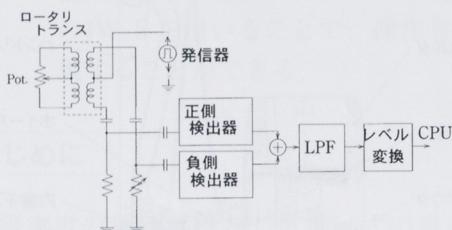


図5 人力検出部の構成

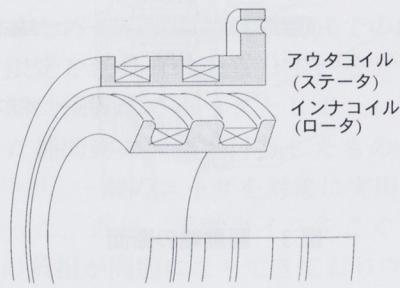


図6 回転トランス

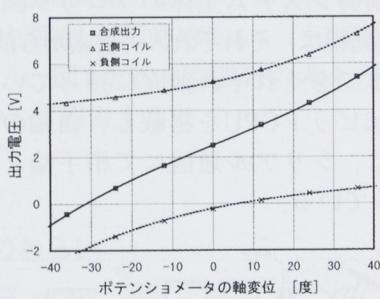


図7 人力検出部の出力特性

4.2.3 出力部

モータは希土類磁石の小型DCモータで、バイオーラドライバで駆動している。各輪のモータは独立して前後進双方方向について力行、回生ができるので、登坂、降坂、旋回などの走行のあらゆるモードでアシ

ストが可能である。モータから車輪までは常時噛み合いでし、負荷との間で機械的な解放手段を設けていない。

モータは基本的には電流フィードバック制御され、トルク動作である。人力に対してはモータのトルクが力的に加算される。これにより、車両挙動はモータによる駆動下でも力の外乱に対してコンプライアンス性を持っており、操作者に対して手動と同様の自然な操作感を与えている。

4.2.4 模擬惰行機能

ハンドリム駆動はどうしても手を持ち替える必要があることから、人力の推進操作は間欠的となる。持ち替えのあいだ、手動車イスは慣性によって走行するが、平地の移動ではこの慣性走行を有効に使い、ポールを転がすように推進するのである。しかしながら、上述のようにモータを常時結合とした場合、駆動系の摩擦などがこの慣性的な走行の妨げとなり、操作の自然さを損なってしまう。

そこで、本システムでは、制御的に慣性走行を模擬し、摩擦分を補償することにした。ハンドリムに人力が作用している時には、モータはアシスト分のトルクを出力するが、人力除去後もこの出力を保持し、かつ、時間的に減衰するようにした。これを模擬惰行機能と呼ぶことにする。図8に実際の操作信号に対するモータ電流波形の例を示す。減衰波形は指數曲線とし、減衰の時定数は、結果として得られる惰行距離が手動車イスの平地における惰行距離と同等となるように決めた。

この機能は、平地移動に有効であるのはもちろんであるが、登坂時には一層顕著な効果を示す。人力除去後に保持されるモータ出力が、車イスの後退を阻止し、ハンドリムの持ち替えに時間的なゆとりをもたらすからである。

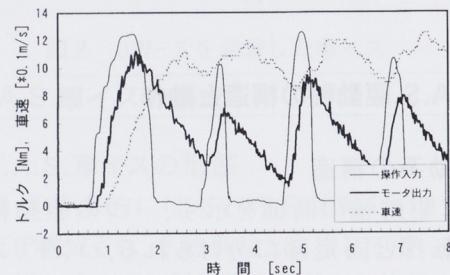


図8 操作信号とモータ電流、車速
(3度登坂時、出力軸トルク換算)

4.2.4 重心アシストと各輪アシスト

初期の試作機では左右輪を完結した制御システムとし、お互いには「起動停止の同期」程度の関係付けしか持たせてはいなかった。これをユーザテストに供したところ、手動に比べて直進性が劣るというコメントを得た。車イスの走行を面内の運動と考えれば、前後方向の並進運動には重心の質量 m が関与し、旋回運動には鉛直軸廻りの慣性モーメント J_z が関与する。各輪の推進力にアシストを加えることは、ユーザから見ればこれらの質量系を増減しているのと等価である。考察の結果、供試機はそれぞれの質量系への効果バランスを欠いていたことがわかった。そこで、制御システムにおいて、左右輪の関係付けを拡張し、相互に入力情報を交換することで、並進運動へのアシスト効果と旋回運動へのアシスト効果を個別に設定できるようにした。

図 9 にアシスト機能のブロック図を示す。左右輪のアシスト量 τ^1 , τ^2 はそれぞれ次式により与えられる；

$$\begin{aligned}\tau 1^* &= \tau m^* + \tau_{11}^* \\ \tau 2^* &= \tau m^* + \tau_{22}^* \\ \tau m^* &= G(f_1 + f_2)\end{aligned}\quad (1)$$

ここで

τm^* :両輪の入力に依存するアシスト成分

τ_{11}^* , τ_{22}^* :自輪入力のみに依存するアシスト成分

f_1, f_2 : 各輪への入力(人力)

τ_m^* は両輪から均等に出力され、実質的に重心に作用するアシスト成分となる。前項の模擬惰行出力もここに含まれる、特徴的なことは、片輪

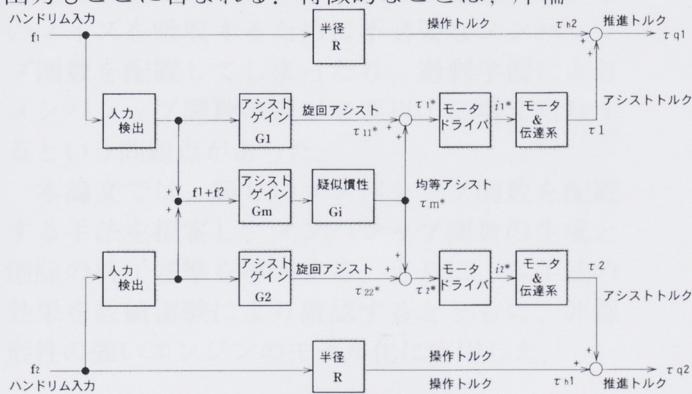


図9 アシスト機能のブロック図

のみを操作した時も両輪からアシスト出力があることである。自輪成分と重心成分の割合を変更することで、直進性と旋回性を任意に設定することができる。製品としては、ユーザによるモニターステムから、手動と違和感のない操作感を与えるように、それぞれの割合を設定した。

4.3 アシストの効果

P.A.S.におけるアシスト量の大きさを示す指標にアシスト比 α というものがあり、自転車の場合には次のように定義されている。⁽³⁾

$$\alpha = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \quad (2)$$

但し P_1 ： クランク回転出力[W]

P₂：後輪駆動出力 [W]

すなわちアシスト比 $\alpha=1$ とは、入力する人力の 2 倍のパワーで自転車を推進できることになる。

ところで、自転車より機能的に複雑なP.A.S.車イスの場合、この定義で単純に効果を表現することができない。そこで、新たにエネルギー・アシスト比 ϵ なる指標を設け、次のように定義した。

$$\varepsilon = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P_m(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} P_h(t) dt} \quad (3)$$

但し、P (t):モータによる推進動力 [W]

$P_h(t)$: 人力による推進動力 [W]

すなわち、同一の行程を走行した場合の走行エネルギー比較から、マクロにアシストの効果を評価するものである。

前記人力検出機構を操作力の計測器とし、また車速検出器、モータ電流計測器を付与した計測車によって操作動力を計測して、 ϵ を算出した。実際には車速や路面条件、車イス操作の習熟度により ϵ の値は変化するが、本システムによる一般的な走行では $\epsilon = 1.5 \sim 3$ の値となる。これは、実際には、手動車イスにてかろうじて平地のみの移動が可能だったユーザが、介助者なしで4度の坂を登れる程度、また、上肢の健常なユーザが階段以外のほとんどの実用路

面を踏破できる程度のアシスト効果となっている。

概して、操作力の小さなユーザーには大きなアシスト比を設定したいところであるが、手動車イスの車軸配置のまま比例的なアシストを増していくことは、車両がウイリーしやすくなるなどの弊害を生じ、必ずしもユーザーにとって使いやすくはならない。しかしながら、前述の模擬慣性機能によれば、エネルギー的なアシストが得られるので、比例的なゲインをさほど上げなくても、走行に有効なアシスト効果を得ることができる。

ユーザーにとっては、P.A.S.によって身体的負担が軽くなるのはもちろんであるが、実走行上の物理的な行動バリアが克服され、さらには外出への心理的な抵抗感がぬぐい去られて、「より行動的になる」効果のあることが経験的に確認されている。

5 おわりに

車イス用電動補助ユニットJW-IIの制御システム上の特徴である。

- ①回転部材上での人力検出と非接触の伝送
- ②4象限動作のモータと常時かみ合いの伝達系
- ③模擬慣性機能
- ④相手輪への出力成分

について報告した。以上の構成により、手動車イスの形態的メリットを維持しつつ、自然な操作感のアシスト機能を実現することができた。また、アシストの評価指標としてエネルギーアシスト比なる概念を提案し、これにより、異なる制御アルゴリズムを持つ装置間の特性比較が可能となった。

JW-IIの発表後、内外のユーザーおよび専門家から高い評価を頂いているが、新しい装置であるだけにまだ改良の余地がある。今後は医学、リハビリ工学などの専門的観点から身体機能に対しての有効性を評価いただき、改良を加えて行きたい。

最後にJW-IIの開発を進めるにあたり、モニタテストにおいて協力頂いた、横浜市総合リハビリテーションセンター、神奈川県総合リハビリテーションセンターおよび国立身体障害者リハビリテーションセンターの関係諸氏に感謝の意を表する。

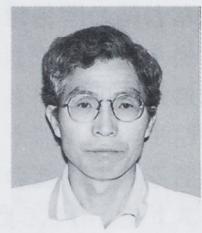
■参考文献

- (1) 片山滋友, 小児用手動・電動車イスの試作, 第1回リハ工学カンファレンス講演論文集, (1986) 265-266
- (2) Katerndahl:DA Differentiation of Physical and Psychological fatigue, Family Practice Research Journal, Vol.13, No.1 (1993) 81-91
- (3) 道路交通法施行規則(総理府令)第1条の3

●著者



内山 敦



福井 巧

ファジイモデリングにおけるメンバシップ関数配置に関する一提案

A Proposal of Allocation of Membership Functions for Fuzzy Modeling

藤目葉子 Yoko Fujime

山口昌志 Masashi Yamaguchi

●研究開発センター 制御技術室

要旨

筆者ら⁽¹⁾は、既にファジイモデリングにおいてメンバシップ関数を自動的に配置する手法を提案しているが、ノイズに弱く、また、時には不必要的メンバシップ関数を生成してしまうという問題点があった。そこで、これらの問題点を解決するために、メンバシップ関数の生成位置判断を、局所的な誤差ではなく全体的な誤差分布で行うようにした。また、メンバシップ関数の生成と削除の終了基準となる関数の導入も行った。この新たな関数は、モデルの精度と簡潔さの双方を任意にバランスさせるものである。

以上の改良点効果を数値実験、およびエンジンのモデル化において確認した。

1 はじめに

ファジイモデリングは非線形対象の入出力関係を同定し、その関係に関する知識を抽出する手法である。ファジイニューラルネットワーク(FNN)⁽²⁾は、ファジイルールの同定とメンバシップ関数の調整をニューラルネットワークの学習能力により自動化し、ファジイモデリングの有力なツールとして用いられている。FNNを構成する際には、あらかじめメンバシップ関数の数や配置を設計者が決めておく必要があった。しかし、この初期設定がその後の学習精度に大きく影響するため、最適な初期値の決定には数多くの試行錯誤と設計者の熟練が必要とされた。

そこで、筆者らは、FNNの学習の過程で、自動的にメンバシップ関数を生成、削除する機能を備えたファジイモデリングのアルゴリズムを提案した。しかし、この手法では教師データ中のノイズを吸収するために不必要的メンバシップ関数を配置してしまったり、過剰学習によりメンバシップ関数の数が必要以上に増えたりするという問題点があった。

本論文では、新しいメンバシップ関数を配置する手法を提案し、メンバシップ関数の生成と削除の終了基準を導入する。さらに、本手法の効果を数値実験により確認するとともに、非線形性の強いエンジンのモデル化に応用した。

2 従来手法

FNNの学習の過程に、メンバシップ関数を生成と削除する機能を導入し、学習の進み具合によってメンバシップ関数の増減を行う。図1は、メンバシップ関数の生成と削除を行う流れ図を示す。

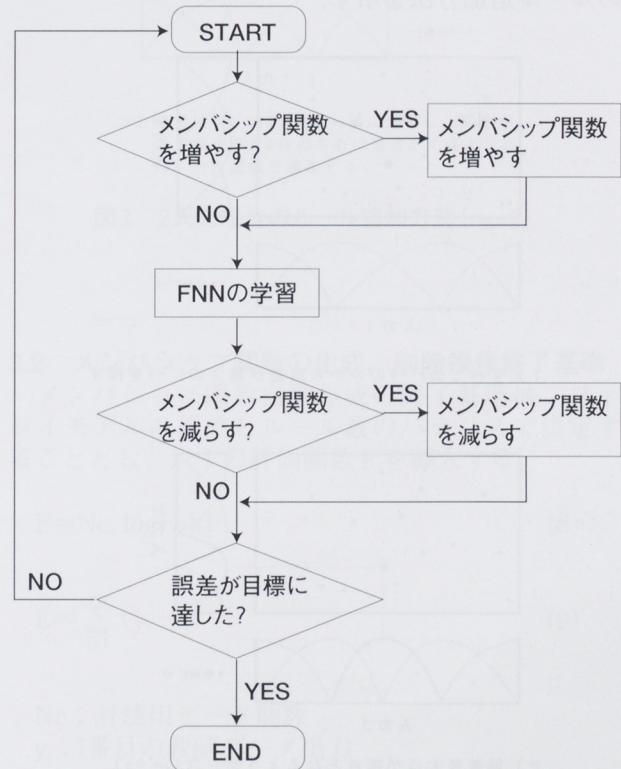


図1 メンバシップ関数生成と削除の流れ図

2.1 メンバシップ関数の生成

メンバシップ関数を増やすかどうかの判断基準は学習が順調に進んでいるか否かであり、学習における平均誤差の推移から判断する。例えばN個のデータを用いたt回目の学習で、平均誤差E(t)を

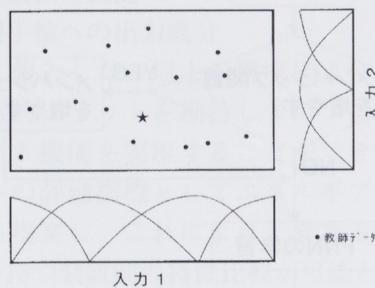
$$E(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e(n, t) \quad (1)$$

$e(n, t)$: n個めのデータに対する誤差とすると、

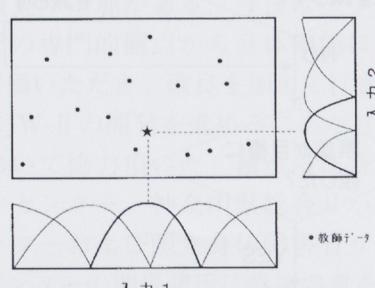
$$E(t) \geq \alpha E(t-1) \quad (2)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

である場合にメンバシップ関数の追加を行う。メンバシップ関数の追加は、誤差が最大であったデータの入力を各入力変数に投影し、そこにメンバシップ関数が存在しなければそこを頂点とするメンバシップ関数を新たに加える。新たなメンバシップ関数の後件部の初期値には、誤差最大であったデータの出力値を与える。図2は2入力の場合のルール追加方法を示す。



1) すべてのデータの中から誤差が最大のデータを探す



2) 誤差最大点が頂点となるよう新たなメンバシップ関数を挿入する

図2 2入力の場合のルール追加方法

2.2 メンバシップ関数の削除

メンバシップ関数を削除するかどうかの判断基準は後件部の線形性であり、3つ以上のルールで線形補完される場合、中央のルールは不要と判断し削除する。例えば2入力の場合、入力変数 x_1, x_2 に対してそれぞれM個、N個のメンバシップ関数を持っている場合を考える。 x_1 軸上m番目メンバシップ関数と x_2 軸上n番目メンバシップ関数で表されるルールをルールmnと呼び、ルールmnの後件部の値を ω_{fmn} とすると、

$$|\omega_{fmn} - \omega_{fmn}^*| \leq \beta \quad (3)$$

β : 後件部の値に対して十分小さな実数値

である場合にルールmnが不要であると判断する。ここで、

$$\omega_{fmn}^* = \frac{p(m) - p(m-1)}{p(m+1) - p(m-1)} (\omega_{f(m+1)x_n} - \omega_{f(m-1)x_n}) \quad (4)$$

$p(m)$: x_1 軸上m番目メンバシップ関数の頂点位置

とし、ルールm1からルールmnまですべてのルールが不要であると判断された場合に、 x_1 軸上m番目メンバシップ関数を削除する。

2.3 従来手法の問題点

- 1) メンバシップ関数が必要以上に生成されて、FNNの出力面がなめらかでない場合がある。
- 2) ノイズや局所的な誤差に過剰に反応して、不必要的ルールを増やしてしまう場合がある。
- 3) ルール追加・削除の終了判断基準がない。

3 提案手法

3.1 メンバシップ関数の生成

従来手法でFNNの出力面がなめらかさを失ってしまったり、局所的な誤差やノイズに過敏に反応してしまう原因は、誤差最大の箇所にメンバシップ関数を生成する手法にある。そこで、入力空間を今あるメンバシップ関数の頂点で区切り、その中で誤差の2乗和の平均が最大であるブロックを

ルール追加候補とする。例えば領域 s における重み付き平均 2 乗誤差 E_s は

$$E_s = \frac{1}{Ns} \sum_{i=1}^{Ns} \omega(x_i) \times (y_i - y_i^*)^2 \quad (5)$$

N_s : 領域 s の評価用データ個数

y_i : i 番目の教師データ出力

y_i^* : i 番目のデータに対する推論値

$\omega(x_i)$: 重み関数 (挿入するメンバシップ関数)

として求める。

そして、このブロックを各入力方向に投影した領域の誤差の平均が大きい入力を、メンバシップ関数追加候補とする。

$$E_K = \sum_s \sum_{i=1}^{Ns} \omega(x_i) \times (y_i - y_i^*)^2 / \sum_s N_s \quad (6)$$

\sum_s : 入力変数軸方向の総和

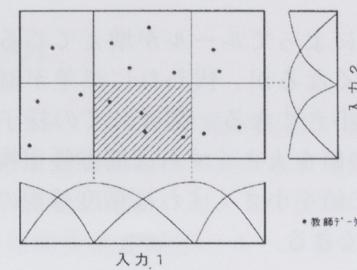
このブロックをさらに n_B 個のブロックに分割して、誤差の最も大きなブロックにメンバシップ関数の追加を行う。新しくできたルールの後件部の初期値は以下の式で与える。

$$\sum_{i=1}^{Ns} \omega(x_i) y_i / \sum_{i=1}^{Ns} \omega(x_i) \quad (7)$$

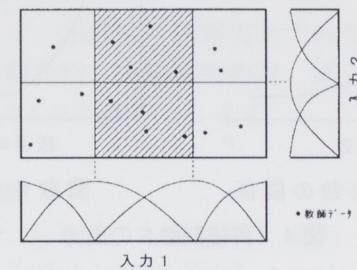
図3は、メンバシップ関数の頂点で区切った各部分空間のうち、誤差最大のブロックにメンバシップ関数を挿入する様子を示す。

これにより、局所的な誤差ではなくブロック内の誤差の分布を見てメンバシップ関数を配置できるようになり、不必要的ルールが局所的に集中して生成されることを防いで、少ないルール数で誤差の小さなFNNを設計できるようになると期待される。

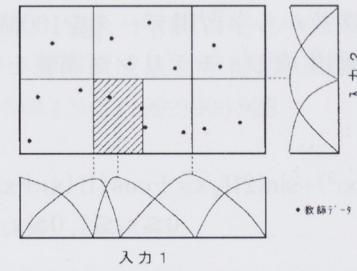
また、結果的に出力面もなめらかにできる。



1) メンバシップ関数の頂点で入力空間を区切り、誤差の二乗和が最大になるブロックを探す



2) 誤差最大のブロックが属する列のうち、誤差が大きい方を追加候補とする



3) 追加候補ブロックを更に n_B 個に分割し、誤差が最も大きなブロックの中心に頂点がくるようにメンバシップ関数を追加する

図3 2入力場合のルール追加方法 ($n_B=2$)

3.2 メンバシップ関数の生成、削除操作終了基準

メンバシップ関数自動作成の終了基準は、ファジイモデルの誤差とルール数のバランスで決定することとし、以下の評価関数 F を導入する。

$$F = N_c \log E + kP \quad (8)$$

$$E = \sum_{i=1}^{N_c} (y_i - y_i^*)^2 \quad (9)$$

N_c : 評価用データ個数

y_i : i 番目の教師データ出力

y_i^* : i 番目のデータに対する推論値

P : メンバシップ関数の数

k : 重み関数

自動作成によってルールが増えてくると第2項の値が大きくなるが、代わりに誤差が減るため第1項の値が小さくなる。図4にこの様子を示す。重み関数kの値を大きくすれば簡潔性重視のモデルを、またkの値を小さくすれば精度重視のモデルを得ることができる。

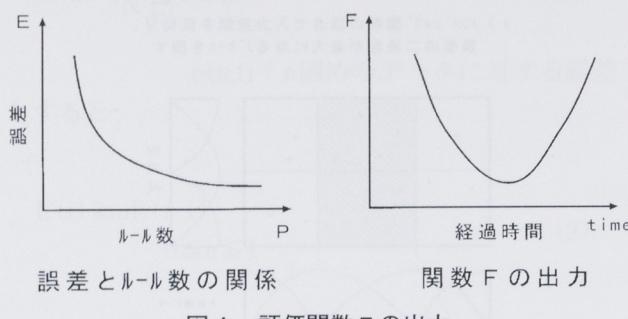


図4 評価関数Fの出力

4 数値実験

(10)式の関数から学習用データを100個、評価用データを100個生成し、モデリング実験を行った。

$$y = \sin(2\pi x_1^2) + \sin(2\pi\sqrt{x_2}) + \cos(\pi(x_1+x_2)) \quad (10)$$

$$0 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq x_2 \leq 1$$

x_1, x_2 はランダムに生成し、出力 y に $\sigma = 0.1$ のガウスノイズを加えたものについてモデリング実験を行った。各部分領域の分割数は $n_B = 1$ 、ルール追加のしきい値は $\alpha = 0.99999$ 、ルール削除のしきい値は $\beta = 0.01$ とした。

表1は、ノイズなしの場合のモデリング誤差である。データ生成から各手法によるモデリングまでを、3通りについて実行した結果の平均値を示している。重み係数kはそれぞれ0.002と2.0の2通りについて行った。k=0.002の時はモデル精度が重視され、k=2.0の時にはメンバシップ関数の少ない簡潔なモデルが重視されている。提案手法により、データにノイズが含まれていない場合にはモデル精度は少し低下するが簡潔なモデルが得られた。

表2は、データに $\sigma = 0.1$ のノイズが含まれている場合のモデリング結果である。それぞれ3通りの実験結果の平均値である。ノイズ存在下では、本手法は簡潔でしかも精度のよいモデルを得ることができた。

表1 実験結果（ノイズなし）

手法	重み係数k	モデル誤差	メンバシップ関数の数
提案	0.002	0.054	9.0
	2.0	0.090	8.3
従来	0.002	0.046	26.3
	2.0	0.046	23.7

表2 実験結果（ノイズあり、 $\sigma = 0.1$ ）

手法	重み係数k	モデル誤差	メンバシップ関数の数
提案	0.002	0.107	7.0
	2.0	0.113	5.7
従来	0.002	0.136	14.7
	2.0	0.136	14.7

5 エンジンモデリングへの応用

5.1 教師データ

4サイクルエンジンを使用し、エンジン回転数およびスロットル開度を一定にした定常運転時の体積効率の値を実機から収集した。入力1をエンジン回転数、入力2をスロットル開度、出力を体積効率とする。教師データを図5に示す。

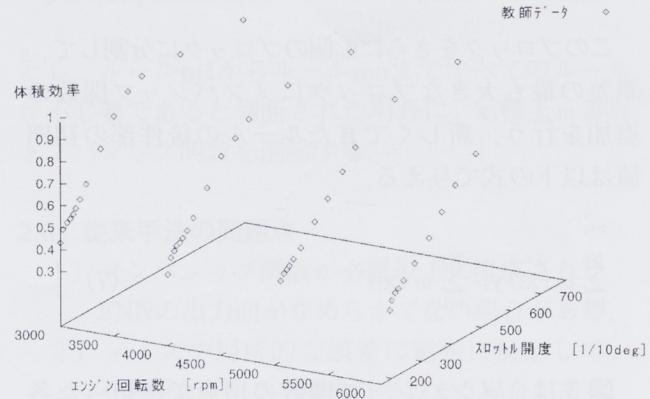


図5 教師データ

5.2 モデリング結果の比較

モデリングに使用した式(2)は $\alpha = 0.99999$ 、式(3)は $\beta = 0.01$ 、式(8)は $k = 0.002$ とする。提案手法および従来手法における出力面の様子を図6に、モデリング誤差を表3に示す。

提案手法を使用すると、少ないルール数で従来手法と同等の誤差を実現でき、FNNの出力面も滑らかになった。ルール数が半分になったということは演算時間を半分にできるということであり、将来実応用を考えた場合にメリットのある結果である。

6 おわりに

メンバシップ関数を自動で配置するアルゴリズムを改良し、最終的な出力面のなめらかさの改善、必要なルール数の削減、対ノイズ性の向上を行い、さらに、自動作成を誤差とルール数の最適な時点での自動終了できる手法を提案した。さらに、本手法の有効性を数値実験およびエンジンモデリングへの応用により示した。

おわりに、本件の共同研究先である名古屋大学の内川嘉樹教授、古橋武助教授、橋完太氏に、紙面をお借りして深謝いたします。

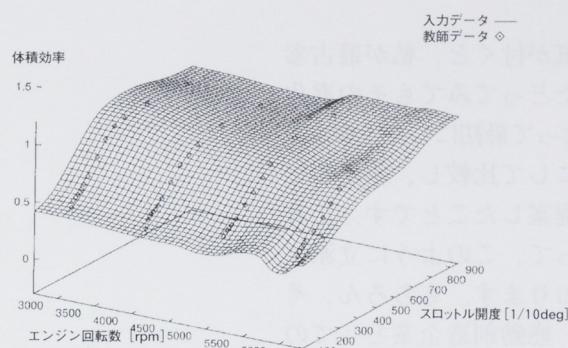
■参考文献

- (1) 橋、長谷川、古橋、内川、藤目、山口：ファジイモデリングにおけるメンバーシップ関数配置に関する一提案、第13回ファジイシステムシンポジウム講演論文集(1997)87-90
- (2) 堀川、古橋、内川：ファジイニューラルネットワークの構成法と学習法、日本ファジイ学会誌 Vol.4, No.5, (1992)906-928

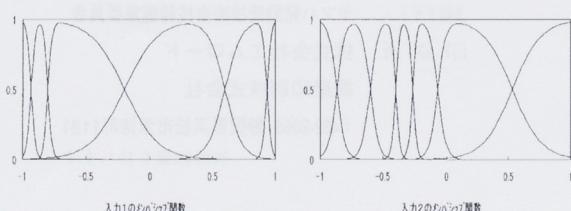
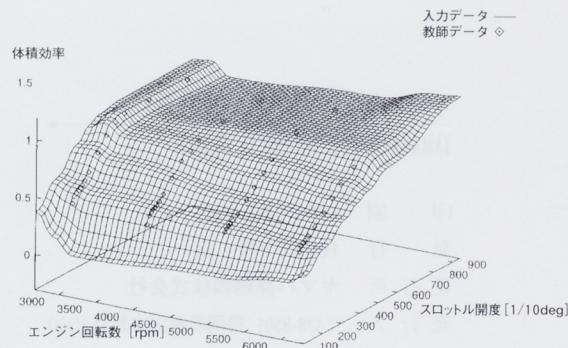
●著者



藤目葉子 山口昌志



a) 提案手法



b) 従来手法

図6 モデリング結果

表3 誤差比較

手法	重み係数k	モデル誤差	ルール数
提案	0.002	0.023	18 (6×3)
従来	0.002	0.019	42 (6×7)

●編集後記●

技報編集委員のメンバーを見てふと気が付くと、私が最古参の1人になっており、自分の思いをたどってみてもその進化の歴史を実感します。私が編集委員になって最初にした仕事は、他社の技報との違いをマトリックスにして比較し、不足している項目を徐々に補っていくように提案したことです。これまでの編集委員と執筆者の努力によって、このように立派に仕上がってきましたことを感謝いたしております。もちろん、その進化は技報編集の企画だけでなく、感動創造企業としての技術力の結集の成果そのものを感じております。今後も皆様からのご意見を最大限取り入れ、よりよい技報に仕上げていくようさらなる努力をいたします。期待していて下さい。

(鈴木 H)

◆ヤマハ発動機技報編集委員 (1998年9月現在)

編集委員長 斎藤 正芳 研究開発センター

編集副委員長 寺井 康晴 プロセスエンジニアリングセンター

編集委員 岸田 肇 GHP事業部 開発室
河野 俊平 舟艇事業部 技術室
米谷 俊一 研究開発センター 基盤技術研究室
鈴木 隆 (株)ワイ・イー・シー 技術設計2課
鈴木 晴久 モーターサイクル事業本部製造統括部 生産管理室
中村 和郎 特機事業部 海外営業室
中道 正和 モーターサイクル事業本部 技術統括部
袴田 得一 (株)アイアイシー 商品開発室
橋本 正喜 生産SG 生産戦略チーム
浜村 紀夫 創輝(株) 技術本部 開発室
古谷 昌雄 IM事業部 技術室
松長 伸彦 AM事業部 第3技術室
森下 紀夫 森山工業(株) 技術部
松下 行男 三信工業(株) 第1技術部

編集事務局 田村 力 総務センター 法務・知的財産室
早坂 謙一 研究開発センター 企画室
明田千津子 研究開発センター 企画室

お問い合わせ:ヤマハ発動機株式会社 研究開発センター 企画室 電話0538-32-1172
ホームページアドレス <http://www.yamaha-motor.co.jp>

ヤマハ発動機技報 第26号

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

印 刷 1998年8月25日

発 行 1998年9月1日

発 行 所 ヤマハ発動機株式会社

発 行 人 〒438-8501 静岡県磐田市新貝2500

編 集 永易 均

表紙デザイン ヤマハ発動機技術会技報編集委員会

印 刷 所 株式会社エムロード

桐屋印刷株式会社

〒432-8056 静岡県浜松市米津町1181

無断転載を禁じます



YAMAHA

ヤマハ発動機株式会社