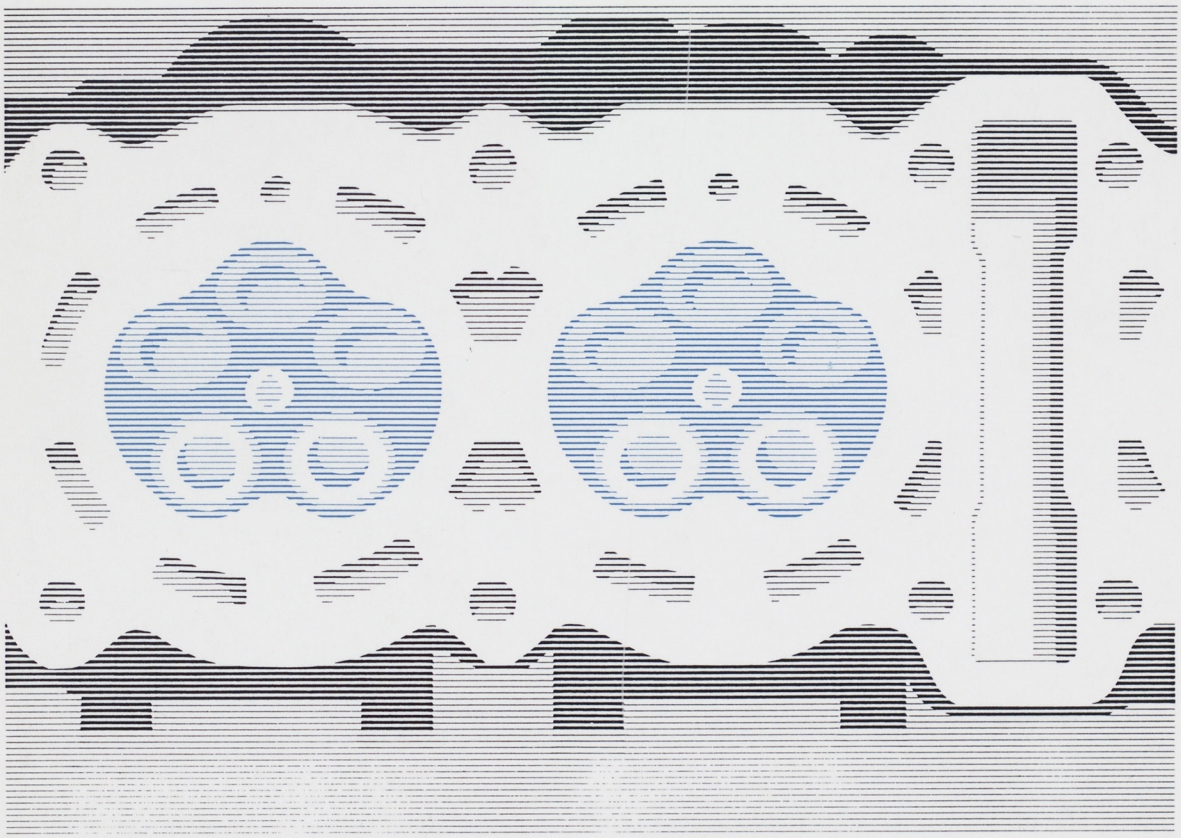
ヤマハ技術会 技報

No.2　　1986・7



ヤマハ技術会専用

目　　次

巻　頭　言……ヤマハ技術会副会長　田中　俊二

1．あるボート・デザイナーの軌跡　堀内浩太郎……1

2．5バルブエンジン技術の開発……特機事業部　青井　和男……15

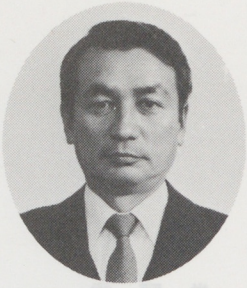
3．クルーズコントロール……電子応用技術部　鈴木　俊夫……23
橋本　茂喜

4．二輪車の操安性について……第3技術部　鈴木　雅美……29

5．材料技術における最近の話題(II)……第1研究部　平口與志継……43
—鉄鋼材料編—

6．森山工業㈱紹介……森山工業㈱　北野　昭雄……49

巻頭言



ヤマハ技術会 副会長
田中俊二

ヤマハ技術会が発足して二年目となりました。この間会員の皆様や，世話をして頂いている大勢の方々のお骨折で，いろんな活動が着実に進められて来ています。会員の皆様の積極的な御支援をお願いいたします。

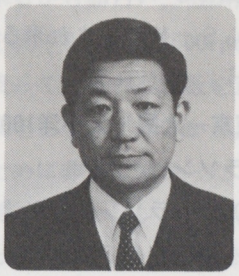
この一年を振返ってみると，何と言っても円高の急速な進展があげられます。輸出を中心とした当社にとっては，まったく厳しい状況であります。しかし，これから先ずっとこのような円高が続くとすると，当社としてどうするかを考えなければなりません。円高の直接的な影響は，まず人件費が国際水準の中でいきなり30％も40％も高騰したことにあらわれます。私達の収入は，実感としては一銭もふえていないのに，ドル換算した国際比較では，いきなり30～40％もふえたということにあります。今後日本で何かをやるにつけて，この人件費の高さは，大きな制約条件となることでしょう。

こういう円高状況が定着した場合，どういう風に日本は変わるのか，日本の製造メーカーはどう変わるのかについて多少考えて見ますと，これはもうお手本がありまして，そんなに推測は難しいわけではありません。お手本というのはかつてのイギリスであり，またごく最近のアメリカです。アメリカの産業がドル高で苦しんだのは，昨年夏までの2年間程ですが，その間におきたことは，輸入の急増，部品等の海外調達の急増，これはいわゆる産業の空洞化と言われるもので，アメリカの自動車メーカー，電機メーカーが，大挙して，日本などから部品調達をした現象で，アメリカの部品メーカーは，大変困ったのです。円高下の日本の対応策として，同じようなことが日本でもおこると予測して，そう間違いはないでしょう。まず韓国，台湾といったアジアNICS と言われる国々からの輸入の急増，部品のこういった国々からの調達の活発化は避けられそうもありません。日本でも産業の空洞化と言われる現象が確実に進行することになるという予測が成り立ちます。これはもう大変大きな変化で，このような変化は避けて通ることは出来ないことだと思います。

こうした変化の中にあって，何が，企業の存続の決め手になるかと申しますと，まず第一に固有技術と言われるもの，当社にとってみれば，エンジン技術，乗物の技術，エネルギー変換の技術，メカトロ技術，素材技術などが，今後とも重要であると考えられます。第二には管理技術と言われるもので，TQC, TPMなどの工場経営技術，電算システム等にあらわされるシステム化技術，あるいは現在着手したリードタイム½のシステム技術，もっと大きくは海外工場経営技術などもこれに含めて考えることが出来ます。第三には資金力，どれだけの資金が調達し動員出来るかという点であります。このような三つの点が今後の円高状況下にあっては極めて大きい影響を持つ，いや企業の生死を分けるといっても過言ではないでしょう。

ヤマハはこのような状況にも敢然と立ち向かっていく，バイタリティにあふれた会社であります。当技術会会員の皆様一人一人と手を携えて，技術の研鑽にはげみ，大きな変化を力を合わせて乗り切って行くことを念願いたしております。

あるボート・デザイナーの軌跡



堀内浩太郎

ヤマハ・ストライプ18

昭和35年の春，ヤマハはカタマラン21（CAT—21）とランナバウト13（R—13）を20数隻揃えて，芦の湖で盛大な発表会を行なった。

かねがね楽器の量産技術を駆使して木製のボートを量産してみたいと考えておられた川上社長は、その後の米国視察で，ＦＲＰの材質としての魅力やＦＲＰボートの隆盛に強い刺激を受けられたようである。そうしてヤマハでは，ＦＲＰの洋弓，スキーの開発とともに，ＦＲＰボートの開発が続けられていた。

私は，この発表会の約１カ月前にボート開発要員として入社したばかりで，いきなり昼夜兼行の展示艇の仕上げに参加して，ヤマハという会社の激しさにびっくりしたものであった。

当時のＦＲＰボート界は，すでに日本飛行機がズーマランと称する新船型の15呎艇を開発して販売に入っていたし，また日東紡は米国のベルボーイ社と技術提携して，ベルボーイ・シリーズのＦＲＰ型を導入し生産を開始していて，ヤマハは第三勢力であった。一方，木船の世界でも，米国からの技術導入で，主として米国へ輸出される船がIHIクラフト他の会社で量産されていたから，プレジャーボート界もかなり激しい競争が始まっていたのである。

ヤマハではCAT—21とR—13の仕上げと生産に励む一方，後続艇の開発が活発に進められていた。この年には，カタマラン型のパワーボート・シリーズ，UT—11，CAT—14，CAT—16などの３機種を完成するとともに，ハイフレックス型船型のＨ—14，普通のＶ船型のＲ—16などを矢継ぎ早に開発して，ヤマハ・ボートの基礎を築くことになる。

時和36年正月，浜名湖館山寺温泉で開かれた華やかなヤマハの新艇発表会のせいもあってか，この年のボート界はなかなかの賑わいを見せた。ヤマハ艇の販売も300隻を越え，マスコミはボート・ブームを謳い，数多くのレースが企画された。我々開発チームは激しい開発に引き続くレース活動に忙殺された。船に乗れる人が開発チームにしか居なかったのだから無理もない。

この年のレースの使用艇はCAT—14，16，21などカタマラン・シリーズで行なわれた。７月１日には大島から熱海までの水上スキー・マラソン・レース（45km）があり，次いで７月７日には，東京—大阪太平洋1000kmモーターボート・マラソン（略称1000kmマラソン）が，全国モーターボート競争会連合会の手によって挙行された。このレースは当初韓国行きの国際レースとして企画され，その後の朝鮮戦争の勃発によって急遽切り替えられたものであったが，我々にとって実に魅力のある，規模の雄大なものであった。

ストライプ18(S—18）を語る上で，外洋レース

による積み上げはその根幹をなすものである。従って私どもの外洋レースの模様を詳述して，その中からＳ－18の生まれ来る経過をご理解頂きたいと思う。

「東京→大阪・太平洋1000㎞モーターボートマラソン」

1000㎞マラソンに，私達はCAT－16とＣ－21の２隻を出場させることに決め，私はCAT－21の艇長として乗る機会を得た。

この艇は船外機２基を搭載する設計であったが，6.9ｍ×3.3ｍの船体に，当時ヤマハが取り扱っていたスコット75馬力を２基のせても50㎞/hしか出ないという非力さで，このままではレース艇とはなり得なかった。外洋を走る以上，船体が大きいことは有利なので，船外機を１基掛けるトランサム（船尾板）にそれぞれ２基ずつのスコットを取りつけてレース艇に仕立てた。狭いところに２基を押し込んだから船外機は10度ほどしか廻らず，大舵は切れない。しかし，スロットル操作で小まわりは出来るし，外洋航走中はこの小舵で充分だった。

４基合計300馬力によって，３名の乗員と燃料，予備品を積んで64㎞/hが出せるようになった。重心が後退して思ったより速度が出たのはよかったが，お陰でタンカーのように，予備燃料でコクピットが占領されたのには閉口した。５ガロンのジープ罐を使うことによって給油時間を短縮しようと考えたのである。

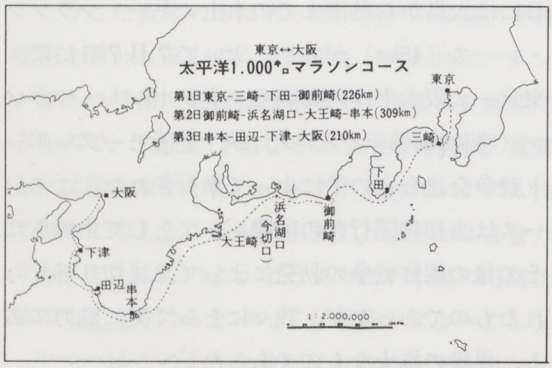


図１

1000㎞マラソンは，途中，御前崎と，串本で泊る３日間のレースで構成され，１日の行程の中にも燃料補給を受けられるチェック・ポイントが２カ所設けられている。起点は東京・平和島の競艇場であった(**図１**)。ここで，翌朝にスタートを控えて殺気立っているチームに，夜になってから川上社長の指示が入った。レース中，エンジンの回転数を3500rpm以上にするな，というのである。最高回転が5100rpm のエンジンを3500rpm に絞ると，馬力は三分の一となり，速度は39㎞/hまで落ちてしまう。20隻の出場艇のうちの数隻は，軽い船に80馬力を２基積んで80㎞/hが出せると豪語している。相手の半分の速度で勝たねばならぬとすると，これは大変なことだ。私ははたと考え込んでしまった。

会社はオートバイのサービス網の全力を上げてこのレースを支援し，数十人の社員がチェック・ポイントで固唾をのんで待っている。最大の船と圧倒的な馬力を持って絶対に負けられない我々にとって，これはまた苦しい課題であった。(今になって考えてみると）無理をしないで走れ，というほどの指示だったのかも知れない。しかし，私は真正直にこれを実行しようとした。小なくともエンジンを壊す心配はない，ナビゲーション(航法)に集中するしかない，１ｍでも無駄走りはするまい，と心に誓った。心に一つの割り切りが出来た。これは良かったと思う。

今，私が自動車を運転するとき，握りで５～６㎜の動きを保とうとする，右回りのコーナーは中央線を超えて対向車線に入るし，左まわりのコーナーでは，その前にふくらんでＲを小さくしようとする悪いくせがある。このレースの時の集中が未だに後を引いているのである。

さて，７月７日早朝４時，真暗闇の中を我々は号砲とともに発艇した。スタート直後，電柱のような丸太に乗り上げて４つのエンジンが停止，再スタートに手間取ってやっと港外に走り出してみると，他艇の船尾灯が遙か先に見えていた。間も

なく自信あり気に彼らは船灯を消し，自らの方向に走り去ってゆく。スピード半分の悲哀を痛いほど味わったのはこの時である。しかし間もなく，航法に集中することで心は一杯になった。

東京湾の中なら目をつぶっても走れる，と言っていた他艇と違い，私たちはまったくこの湾のことを知らなかった。その分，計器航法に集中した。海図とコンパスと，「10㎞航法」だけが頼りであった。10㎞航法とは，海図上に予定航路を記入して10㎞毎に刻みを入れる。そして，機関回転数と，10㎞を走るのに必要な時間の一覧表を見ながら，刻みに予定到着時刻を記入しておく。物標，たとえば灯台や島に達するごとに刻みの予定時刻と見比べて，速度・方位の修正量を確認し，その後の予定到着時刻を修正する方法である。これによって海図上の自艇の位置を刻々に摑んで走ることが出来，また実際の艇速や方位との比較で修正が出来，航法の精度を上げ得るのである。

この朝，東京湾にはモヤが立ち込めて視界は100ｍほどだったが，鏡のように穏やかな水面のおかげですばらしく良い精度でお台場を当て，自信を持って三崎港に向かうことが出来た。その頃，我々とほとんど直角の方向に駆け抜ける他艇を二，三度見かけた。おそらく自艇の位置を見失ったものであろう。

三崎に着いてみると，まったく予想に反して我々は２位ということであった。チェックを受け，次の下田へ向けて港を走り出ると，10分と経たぬうちに，舵トラブルで停止している１位艇の側を走りすぎた。半分の艇速で早くもトップに立った不思議に，我々３人は思わず顔を見合わせてしまった。

下田まで，少しずつ荒れて来た海に衝撃が激しくなり，ダッシュボード上に据えた２インチのステアリング・コンパスが回り出して読めない。コ∵ドライバー前の床に据えた大型（５インチ）コンパスが静定しているので方位を読み上げてもらい，島影や雲などの物標を見据えながらステアリング・コンパスの振れの中心を読む練習を続けると，だんだん読めて来るから面白い。機関回転数は，激しいジャンプを続けながらも3500rpmに保ち，振動回転計まで使って４基の回転数を正確に合わせた。これも速度を落としているから出来ることで，エンジンのために非常によかったと思う。後に，このレースで使われたエンジンが非常に良いブレークイン（ならし）を受けていた，と報告されたことでも，このことが判る。

下田の港に入ってチェック，給油。やはり１位を維持しているが，他艇がどの辺まで来ているかは皆目わからない。そそくさと下田を出て御前崎に向かったが，この海は大変だった。10時半（方位，左前45度）の方向から来る２ｍ余の崩れ波に斜めに当る毎に船首は30度ほども右に回される。方向を直すとまた次の波が来る。この繰り返しでは駿河湾の奥深く入ってしまうことは明らかである。といって，もし左に寄せ過ぎると，御前崎の南をかすめて遠州灘に出てしまうことにもなりかねない。視界は良くなって来たとはいえせいぜい３㎞，方向探知機は積んでいなかった。

回転数は3500rpmを保っているが，激しく変化する船脚で，平均速度の推定も困難である。しかし，我々には100ｍの無駄足も許されない。波頭で船首が北に落とされた分を補正すべく，その後の波頭まで進路を南に寄せる。頭の中で，それた角度を時間で積分して補正量を得るのはなかなかむつかしい。しかし面白い仕事だった。時折，航跡でその出来栄えを評価してみる。

そろそろ御前崎が見えても良い頃だが，あるいは遠州灘に出てしまったか，と不安を感じ始めた頃，急に雲の上，右手に富士山の頂上が見えて来た。大喜びでベアリングをしてみると，未だ御前崎には達していない。あと７～８㎞と距離もわかって，大いに安堵したことだった。富士山がこれほど有難いものだとは知らなかった。

それから10数分後に御前崎港を発見，10時40分，走り込んだ。発見時の方向修正は約10度，ロス距

離100m以下で，満足すべき出来栄えであった。226kmを6時間40分で走ったから平均速度34km/h，向かい波のための減速が影響したのだろう。港には川上社長以下ほとんど全役員の迎えがあって，とても嬉しかった。

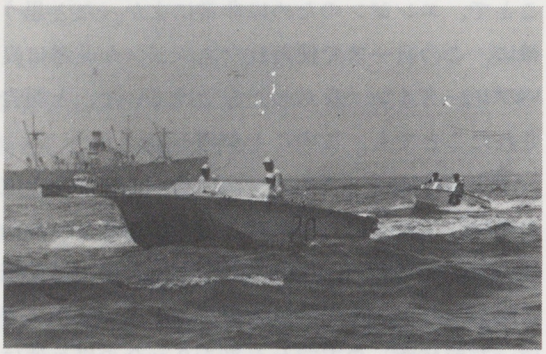


写真1　東京→大阪マラソンを終えて大阪港に入ったC－21。後続は2位天野・石井艇

この日，2番艇との差は4時間03分であった。恐らく東京湾内での迂回か，駿河湾深く突っ込む無駄足があったのだろう。我々の航法の勝利であった。また，荒れた海で20ノット（37km/h）以上を出すと船体にも体力にも無理をきたすので，我々の回転数制限がほとんどマイナスとならなかったのであろう。

翌日は御前崎→串本のコースであった。

遠州灘では1mほどの，また熊野灘では2mほどのチョッピーな（波長の短い）向かい波があって決して走り良くはないが，初日ほどの山場もなかった。スタート以来，永大産業の8号艇にぴったり付けられて，我々の速度では振り切ることが出来ない。浜名湖のチェックポイントで別れて大王崎に向かって直走したが，潮に乗って伊良湖岬の近くを回って来た永大艇とまったく一緒になって，熊野灘を併走する。

向かい波がだんだん激しくなってジャンプが続く中で，ジープ罐の予備燃料を主タンクに移す作業を始めたが，強く締めすぎた蓋が開かない。ハンマーで叩くと手もとが狂って罐がでこぼこになる。泣き笑いで，準備してくれた連中の親切を怨んだものである。それでも何とか蓋を開け，200ℓ近い燃料を移した時には，クルーの松本君は頭からガソリンを沿びて全身ぐっしょり，ガソリンの浸みる目が赤かった。

ここで戦闘準備を終ったので，いよいよ競走を挑むことにする。波のため少し落としていた回転を再び正規の3500rpmに上げると猛烈なジャンプが始まるが，我慢して船にしがみつく。相手も苦しそうで，だんだん遅れてゆく。1kmも離した頃だろうか，力つきたように永大艇は急に視界から消えた。勝浦の附近であったろうか。我々も少し回転を落として，美しい岸の景観を楽しみながら余裕をもって串本まで走ることが出来た。

到着時刻は12時33分。8時間半の，素晴らしいクルージングを楽しむことが出来た。高台の宿舎に入って，風呂に浸っていると，沖から永大艇の港に入って来るのが見えた。我々との差は1時間19分であった。

平和島をスタートした14隻のうち9隻が御前崎に到着し，2日目にはそのうちの8艇が発艇したが，串本に入港したのは5隻に減っていた。

3日目，串本→大阪のコースにはこの5隻が轡を並べることになった。不思議にも80km/hの高速艇は姿を消してしまっていた。そして20ノットを巡航速度と心得る船ばかりになっていた。

この日のコースはベタ凪である。我々はこの日も何とかしてトップを取りたかった。しかし，3500rpmではじりじりと15号艇に抜かれてゆく。8号の永大艇は再び併走していた。他の2艇はおくれている。視界から消えるほど抜かれると作戦が立てにくくなるので，ちょっと回転を上げることもある。しかし不思議に15号艇は1～2km先行したところでシアピンを切って，我々の近くに来るのだった。こうして抜きつ抜かれつ下津に達した時，私は大阪湾での戦い方について考えてみた。

下津までの岬まわりと違って，湾内ではお互いのコースが横に開いて相手艇の挙動がわからなくなる。そのままでは負けてしまう。相手は我々の

表1　第1回　東京→大阪(太平洋)1000キロ・マラソン結果

期日　昭和36年7月7・8・9日　　参加14隻　34名

艇番	選手	チーム	船外機 馬力×数	船長 (m)	型式材質 造船所	第1日 時間/順位	第2日 時間/順位	第3日 時間/順位	綜合 タイム	決勝 順位
1	根岸譲治・米山降明 松村邑夫	J.M.B.C	ウエストベント 80×2	5.5	クルーザー ㊍ IHI	11.4 ⑤				
2	杉浦　誠・井未　勇 安宅洋二郎	バッカニヤ ボートクラブ	マーキュリー 80×2	8.21		不参				
3	草間　信男 早坂　文男	J.M.B.C	マーキュリー 45×2	4.10	ランナ	不参				
4	中井　清 石川　文雄	白水クラブ	マーキュリー 80×2	4.80	ランナ　木 杉浦造船	大井川口 ㊉				
5	早川重三郎・トーマス・伊藤,宅間久雄	クラウン ボートクラブ	マーキュリー 45×2	4.50	ランナ	不参				
6	岡　洋太郎 岡田　忠夫	朝日高分子工業	ジョンソン 75×1	5.20	FRP 朝日高分子	12.28 ⑥	天竜川口 転覆 ㊉			
7	山口　真 深身　修一	関西レジャーボート協会	エビン 40×2	5.00	ランナ　木 永大産業	長津呂 ㊋				
8	宮田忠博・小倉時雄 半田伊八郎・石田智	同上	ジョンソン 75×2	6.00	ランナ　木 永大産業	11.12 ③	9.52 ②	5.17 ③	26.21	②
9	根本　昇 野村　修二	白水クラブ	マーキュリー 80×1	4.80	木 杉浦造船	12.40 ④	13.11 ④	6.39 ⑤	32.30	⑤
10	吉島　清 山下　裕已	江戸川水上スキークラブ	ジョンソン 75×1	5.00	ランナ	不参				
11	谷崎　幸治 大宅　弘泰	朝日高分子工業	ジョンソン 75×1	4.30	ランナ　FRP 朝日高分子	入間 ㊋				
12	ウイリアムR・イルマン,国正源一郎	杉浦クラブ	マーキュリー 80×1	5.00	ハイドロ	不産				
13	福留清彦・中山昭彦 渡辺欣哉	J.M.B.C	マーキュリー 80×2	4.57	ランナ　FRP 横浜モビール	13.35 ⑧	御前崎 ㊋			
14	毛利　八東 富岡　政男	S.4クラブ	ケーニッヒ 35×2	4.57	ランナ　木 S.4製缶	15.13 ㊉				
15	天野　義彦 石井　久由	びわこ自家用モーターボート協	ゲール 60×1	4.20	ランナ　木 S.4製缶	11.39 ④	12.09 ③	4.75 ②	28.45	③
16	山下幸雄・片山研二 丸山　厳	アメリカンマリーナー	マーキュリー 80×1	4.25	ランナ	不参				
17	熊沢　審 内田　四郎	鶴見クラブ	マーキュリー 70×1	6.20	ランナ　木 横浜ヨット	10.43 ②	13.46 ⑤	6.37 ④	31.06	④
18	柳　清一・小森宮正 真・吉沢広和	J.M.B.C	ジョンソン 75×2	6.20	ランナ　木 パシフィック	沼津 ㊋				
19	森島　好信 竹内　吉次	ヤマハクラブ	スコット 75×3	4.80	カタマランFRP ヤマハ発動機	下田 ㊋				
20	堀内浩太郎・松本吉夫・金原　晃	ヤマハクラブ	スコット 75×4	6.90	カタマランFRP ヤマハ発動機	6.40 ①	8.33	4.50 ①	20.03	①

頑固な定速運転を知っているから，少し回転を上げるだけで何とかなるはずだ，と腹を決めた。

そして，大阪湾のモヤの中に相手を見失った時，我々は遂に4000rpmに上げた。そして，一発で大阪港口を当てることに全力を集中した。視界が200mほどしかないので，目標からちょっと横へそれても，土地カンのない私は右に行くべきか左に行くべきかわからなくなる恐怖があった。しかし，50km余を走って，目前に発見したのは左右に続く提防であった。しばし迷ったが，ままよと西へ向かって500mほどの所に見付けた港口に，やっとの思いで駆け込んだ。15号艇は？　と胸のつまる思いで港内を見回したが，その姿はなかった。やれやれ，やっと勝てた，と思う間もなく，15号艇が入って来た。その差7分。危なかった。しかし，辛くも完勝を手に入れたその喜びはたとえようもなく大きかった。後で伺うと，15号艇は真直ぐ港口を当てたとのことで，これは恐るべき精度である。艇長の天野先生（医師）は海軍軍人だったそうで，やはり見事なものである。

私達の総時間は20時間03分であったから，東京から大阪までの最短距離を745kmとすると，平均速度は37km/hである。2位が永大艇の26時間32分であった。（**レース結果・表1**）

私はこのレースから実に多くのものを学び取ることが出来たと思う。

外洋のロング・コースは厳しかったけれども，他に例のないほどの壮大なロマンに浸ったのだという気がする。ボートを仕事として選んだことが幸せだった。大阪港口の数100mのロス，御前崎前の100m足らずのロスを除くと，ほとんど無駄のないコースが取れて航法に自信が付いたし，体力の消耗がどのような形で進んでくるかもほぼ理解で

きた。そして，平均速度を維持するための，船や装備のあるべき姿が頭の中でだんだん形になってくるのを感じるのだった。それまでに，転覆の限界と船型の関係についてずいぶん勉強して来たつもりだったが，体力が限界に達してからのことは考えてもみなかった。ショックを脚のバネで柔らげることが出来なくなると，速度を落とさざるを得ない。これはもう，船と装備で体力をカバーするしかない状態である。衝撃の柔らかい，方向安定の良い船を軽く仕上げて充分なパワーを乗せ，加速を良くして自由に波を拾って走れ，しかもジャンプ姿勢をコントロール出来るようにならないと，高い平均速度の維持はむつかしい。さらには，身体をうまくホールドする装備を工夫しなければならない。気が付くと，翌年のレースに向けて理想のボートの在りようを模索し始めているのだった。太平洋マラソンには勝ったが，20ノットという平均速度は，一般用プレジャーボートを良く整備すれば達成できるレベルであった。外洋レースである以上，5～6mのボートで，1mの波の中で60km/hを保ちたいと私は考えた。スピードは50%アップしなければならない。

ディープV船型へ

当時，米国の雑誌に，レイモンド・ハントの設計したバートラム31が外洋レースに活躍する様子がしばしば報じられた。

ハントは，多数の画期的なセールスボートの設計を完成させた高名なデザイナーであった。バートラム31は，船底の後半分に25度の船底勾配を付けたいわゆる「ディープV」の先駆で，当時としては特異であったが，穏やかなシアー（舷端の前後でのそり上り）とチャインのカーブが良く調和して，実に美しい姿をしていた。

それまで，われわれボート・デザイナーは「船底勾配が少なく平らな船型ほど抵抗が少ない」という固定観念を植えつけられていた。そして乗り心地と速力はトレードオフの関係にあり，その中でしか考えられないという思いが牢固として抜き難かった。当時の船は，衝撃をやわらげるため前部での船底勾配を大きくするだけで，トランサムにおける勾配はたかだか10度ぐらいのものであった。高速艇が波間を走れば必ずジャンプをする。船尾まで大きな船底勾配をつけないと，衝撃が激しいものになるのは自明である。しかし，滑走面の効率を考えたらそれは出来ないことと決めつけて我々は来た。

ハントはこの事実を素直に受け入れた結果，衝撃の緩和と高速性を見事に両立させることになるのである。なぜ我々はこれに気が付かなかったのだろう。

彼は，船体の中央から船尾にかけて一様に25度の船底勾配をつけたバートラム31を造り上げ，我々が経験して来た〝10度〟を一気に2倍半へ高めてしまったのである。写真を見ると，バートラム31は高速になると動圧で船体が浮き上がり，接水幅，従って接水面積が減じて摩擦抵抗が減る様子がわかる。その抵抗減が，勾配の増加に起因する滑走面の効率の悪さを補うのであろう。また，たて長の滑走面が縦安定を良くして，絶好の船底迎え角を保持するのに都合が良さそうであった。結果的にスピードを犠牲にしないで良い乗り心地が得られるから，外洋レースで勝つのだろう。

一方，平底の船は本当にその特徴を生かして使われているだろうか。平底の効率は確かに良い。しかしそれは，4度付近の迎角を保った場合のことで，逝角を保つためにはレース艇のような段付艇（ステッパー）にするか，三点支持艇（スリーポイント）にして前の支え角度を保ってやらねばならない。そのような工夫のない普通の船型では，一般に船首が下がり過ぎて接水面積が増え，とても平底の利点を生かした使い方とは言えないのである。

何故そのことに気付かなかったのか。写真を見ただけで容易に理解できるだけに無念であった。理屈がすんなりと受け入れられるだけに，この船

型をぜひ試してみたくなった。

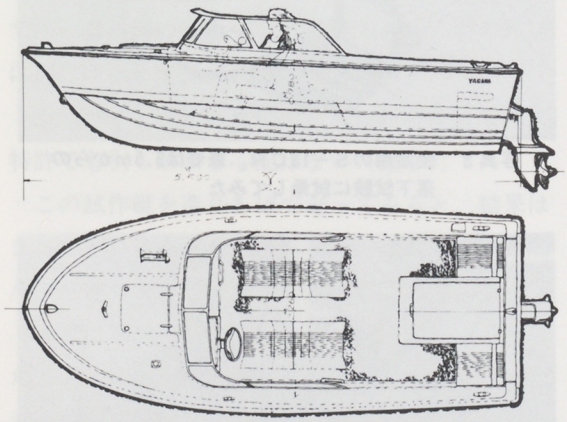
さっそく私はバートラム31，そして新しく発表されたバートラム25の資料を集めた。次いで，バートラム25のカタログから推定して線図を作ってみた。特許の書類から思想が読み取れたから，線図は良い精度で出来たと思う。今までの常識を全く離れているが，美しいラインである。船と水とのかかわり合いを良く承知した人の作品であることがしみじみと実感されるのだった。

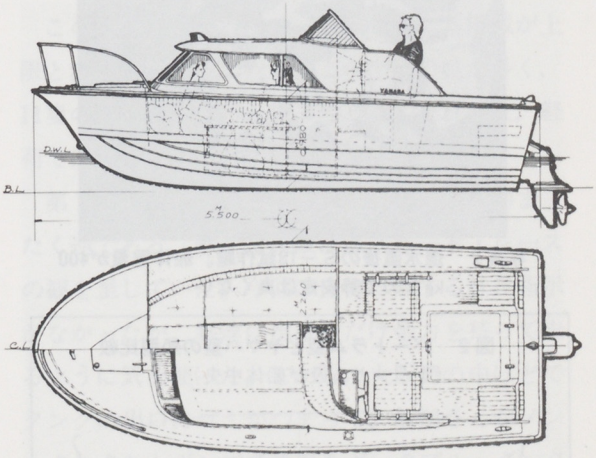
日本に特許は出されていなかったが，私は特許上も視覚上も，彼の船型から逃げる工夫をした。いろいろと作戦を練るうちに，結局，ハントの設計そのままの18呎艇と，それを我々なりに改良して良い船型に仕上げた18呎艇の2艇を試作して，比較しながら我々の艇を育て，ハントの船型の上をゆく物を作り出すのが最良の方法ということに思い到った。12月には線図を描き上げたが，静安定の不足のため実用艇には向くまいという意見も内部にあり，踏ん切れぬままに年を越して，昭和37年を迎えることになった。

1月初旬に持たれたボート会議で，川上社長は，そんなに作りたいなら作ってみろとの決断を下された。さらに2月のボート会議では，4月末までに試作品を仕上げるという方針まで決まって，このプロジェクトは加速された。

それから4日後，私はボートの調査のため米国に出張していた。米国の2月は，シーズンを控えてユーザー向けのボートショーが各地で次々と行なわれている。私はマイアミを皮切りにボートショーを求めて，デトロイト，ボストン，ボルチモア，シカゴと歩き回った。

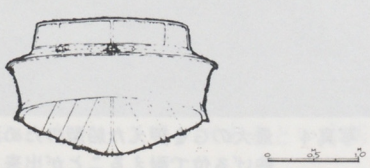
会期は普通5日間である。昼頃の開場から夜10時頃の閉館まで一杯に見ると，5つのショーで合計200時間に及ぶ。その間に順序良く，船型・風防・シート・ガンネル・フローテーション・オーニングを調べて書き留めると，各部構造の辞書のようなものが出来る。表から見ただけでは判らない，たとえば，サッシュの押し出し機の構造などは想像して断面を画いてみて，翌日また実物を睨んで組立て順のシミュレーションを行ないながら矛盾点をだんだん修正してゆくと，確信が持てるようになる。余り粘って観察すると，コピーする気かと嫌味を言われるが，見切れぬところは次のショーで補うことができるから都合が良かった。200時





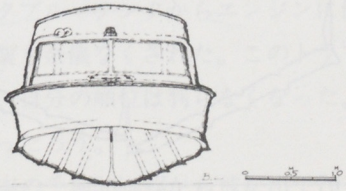
S－18SP主要目

全長	5M500
全巾	2M260
深さ	0M970
重量	680kg
定員	10人
最高馬力	170馬力



S－18CR主要目

全長	5M500
全巾	2M260
深さ	0M970
重量	850kg
定員	10人
最高馬力	170馬力



の観察で有力なボートの細部構造がほとんど判るようになって，その収穫が嬉しかった。その後，二つほどのボート工場を見学して勇躍帰国した。

各地で見た船のうちでバートラムは，船型のみならず艤装まで含めて最高の船であった。がっちりとしたサッシュや船体構造，余計な飾り付けのないシンプルで実用的なアコモデーション，何をとっても王者の風格があり，オフショア・ボートとして納得させるものがあった。ハントの卓越したデザイン・フィロソフィーに深い感銘を受けるのだった。彼を師として，この素晴らしい品質を新しい18呎試作艇に移植することが楽しみであった。

帰国すると，試作艇の工事は順調に進んでいた。この船の直接の担当者は，筧治君で，精力的に仕事を進めていた。

構造はエアレックス（塩化ビニール発泡体）を芯材としたサンドイッチの厚い外板に簡単な縦通材を配したシンプルなもので，高い床の下には140ℓの燃料タンク2個を収め，床上に入った水は自動的に排水できるよう，側面には排水孔がもうけられていた。この船は18ftの大きさを持ちながら400kgという16ft並みの軽さで完成した。

70馬力のマーキュリー船外機2基を付けて浮かべてみると，チャインが水上高く上って，静安定は確かに良くない（**写真2**）。しかし，走り出してみて驚いた。ピタリと腰が坐って，ふわりと空中に浮き上った感じだった。20～30cmの波はまったくチャインまでとどかぬようで，スイッスイッと柔らかく波間を渡って，衝撃といえるほどのものがない。これは，模型の曳航テストの時の感じとまったく同じである。パンパンという衝撃音が一向に聞こえない。我々はこの船にまったく魅せられてしまった。

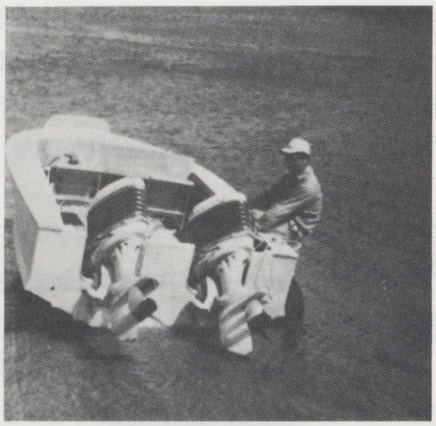
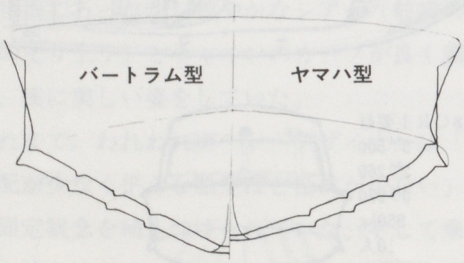


写真2　進水直後のS－18試作艇。船体重量が400kgなので静安定は良くない

図2　バートラム型とヤマハ型の船型比較
（トランサム及び船体中央）



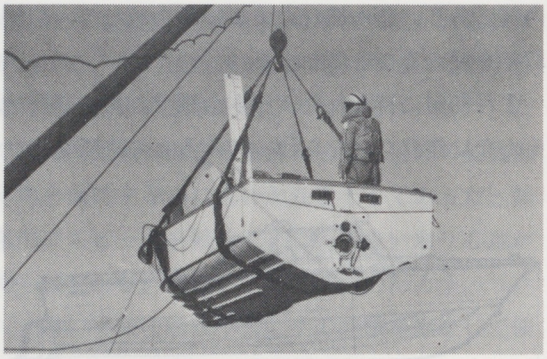


写真3　生産用のS－18CR。筆者は3.5mからの落下試験に試乗してみた

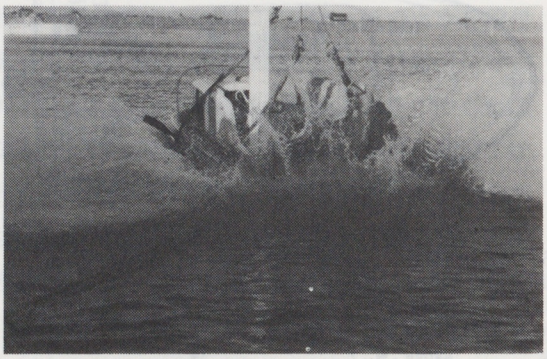


写真4　最大のGを押えた船型のため漆を直角に曲げる位で耐えることが出来た

早速，ヤマハ・モデファイの船型に取りかかった。滑走状態でさらに抵抗を減ずるには，キールに近い船底の勾配を少し減ずることが望ましい。その部分で走る時の乗り味は少し硬くなるが，その分，チャインに近い船底の勾配を大きくすれば，最大の衝撃は原型よりも緩和される。これは外洋レーサー向きの緩衝特性である。

飛行機の脚は，接地の瞬間意外に反力を感じるものの，その後沈み切るまで反力が変らない。それは，接地から沈み切りまで最大衝撃を低く一定に押さえて，限りあるストロークで最大のエネルギーを吸収するために取られる手法である。ヤマハ・モデファイは，この特性にならった。

小波の衝撃は，バートラム型より堅く感じられるが，この船はもともと海と戦う船として性格付けをするつもりだから，問題とするに当らない。最大衝撃を緩和することが体力維持につながるのである。

事実，私はコクピットに立ったままで落下試験をやってもらい，1mから順次高度を上げてみたが，最高の3.5mからの試験でも，膝を直角に曲げる程度で衝撃を吸収できた（**写真3，4**）。

もう一つの，静安定が弱いという点の対策として，一番外側のチャインに近いストライプの外側に肉付けをして，腰を強めた。

もうバートラムとは似ても似つかぬ型となって，特許でも引っかかる心配はない（**図2**）。

この試作艇を造りあげて走ってみると，結果はまったく見込みどおりであった。速度も1～2km/hほど速くなっていた。

4月には昭和37年度のレースの方針が決定された。メーカーが直接レースに乗り出すことはユーザーの興味を殺ぐから止めにする，という川上社長の方針だった。外洋に強いこの18ftをユーザーに貸し出して，熱海↔大島往復の水上スキー90kmレースと，大阪→東京1000kmマラソンに出てもらい，ヤマハはこれをバックアップするという基本方針が示された。

6月24日，芦の湖の水上スキー・グループ岡田・横山組と，高橋・飯田組がこの船を使って水上スキーレースに出場したが，残念ながら敗北に終った。敗因はナビゲーションの失敗で，岡田さんは，90kmであるはずのコースを計算上135kmも水上スキーで走ったことになる。高橋さんの成績も航法が充分でなく，芳しいものではなかった。

大阪→東京

太平洋1000kmモーターボート・マラソン

前年と同じく7月7日に控えた太平洋マラソンには，急拠方針を変更して，私と，前年14ftの小艇（17号艇）で同じマラソンを完走し4位に入った内田君（現ヤマハボート設計部長）が横浜ヨット㈱在籍のまま，ナビゲーターとして乗船することになった。高橋艇長はヤマハ・モデファイの船にマーキュリー100馬力船外機2基を付け，飯田さんがエンジン担当，私が航法担当で乗り込んだ。この船の最高速度は80km/hに及んだ。もう一つのバートラム型は岡田艇長，横山エンジン担当と内田ナビゲーターが乗込み，機関は85馬力と80馬力のマーキュリー船外機だった。

この年は，100馬力のマーキュリー2基搭載が上限と決められていたので，この上限の艇が多く，11隻の出発艇のうち5隻を数えた。それぞれ，軽荷では80km/h附近の最高速力を持っている。

第1日目は，大阪→串本のコースで前年のまったく逆である。静かな大阪湾はスピード・レースの観を呈していた。今回は出力に関する社長指示がなかったが，私達は出来るだけ余力を持って走るように気を使った。しかし，大阪湾の中ほどでタンクの出口にゴミがつまって，飯田さんがメン・タンクからポンプで燃料をポータブル・タンクに移し，ポータブル・タンクからエンジンに供給するという作業を余儀なくされた。このトラブル中に抜かれて，自分の順位は判らなくなった。恐らく中位であったろう。

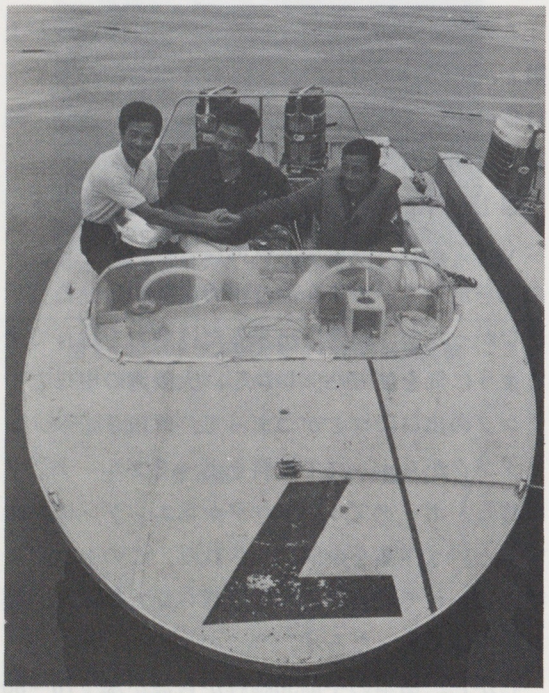
しかし，串本の手前50km程から波が出て70～80

cmの波高となり，速度をまったく落とさない我々は逆に抜き返し始めた。そして，串本の灯台の下でトップ艇と並び，手を振りながら追い越して行った。手を振る我々に比べ，必死に艇に掴っている相手艇の船底勾配の少ない苦しさが手に取るように見えて，船型の大きな違いを感じた。

100mも離した頃であろうか。我が艇の片方のエンジンが止まってしまい，引き上げてプロペラを調べたりしているうちに，せっかく抜いたＳ４艇に再び抜き返され，エンジンをだましだまし串本港に入った時は１分ほど離されていた。初めての敗北であった。上陸後直ちにタンクを外して洗い直し，翌日に備えた。

そして二日目，真暗な中で目を覚すと，電線がピューピューと鳴り，時折り家が揺れるような強風。今日のレースが恐しくなる。しかし，レースはＧＯだった。

４時15分には発艇，港の外に次つぎ押し寄せる白い波は夜目にも凄まじいが，目をつぶるようにして突っ込んでゆく。暗い中で約1.5m，真向いのくずれ波である。波長が短いから巧く波頭から波頭に飛べば調子よく走れて，新型艇の柔らかい乗り味が生きる。しかし時折り，次の波まで飛べないことがあって波間に落ちると，激しい衝撃を食らう。思わず速度を落としてゆるく波を飛び越えると，その次も叩きのめされるような衝撃が来て，恐怖感をあおる。気がつくと，我々のすぐ左手を岡田艇が凄いスピードで追い越してゆく。見ていると，実にスムーズに波頭を拾って飛んでゆく。やはり速度を上げたほうがリズムに乗れるらしい。それにしても，何と素晴しい走りだろう。しかし，リズムを外れた時のことを考えると恐しいな，と思う間もなく，100mほど前方で停止した。あとで聞くと，船外機のブラケットを折ったということであった。岡田艇はその後，船外機の本体をロープで括り付けての苦しい航海を続けることになる。



大阪→東京マラソンを終え，平和島で握手をする３人のクルー

我々は岡田艇の横をすり抜けて，闇へ突き進む。と，間もなく，永大艇が寄り添うように近寄って来た。併走すると相手を鼓舞することになる。速度を落として横に外れ，視界を脱してから猛然と走り出す。

次のチェック・ポイントは尾鷲。雨が激しくなり霧も出て，視界は500mとない。尾鷲の入口を当てる自信がない私は，熊野市を過ぎるあたりから25km/hに落とし，岬の一つ一つを詳細に海図と照し合わせて，尾鷲湾を確認しようとした。三木崎を自信をもって確認し，次に九木崎の灯台の確認をしようとしたが，あるべき位置に見当らない。それまで自信があっただけに，言いようのない不安が胸を覆って，暗澹たる気持におそわれた。その時，低い霧が動いて白い灯台の根本が岬の木の間から見え出した。灯台が，30mまで降りた低い雲の中に隠れていたのである。勇躍，港内に走り込んで，第一の難関を突破することが出来た。

このコースの波で，転覆，浸水，棄権の船が続出，発艇した11艇のうち尾鷲に達したもの６隻，ここで２隻がリタイヤして，尾鷲を発進したものは僅かに４隻となってしまった。

尾鷲をスタートしてからは，さらに波長の短い向かい波が続く。波頭の一飛び毎海に船尾から着

表2　第2回　大阪→東京(太平洋)1000キロ・マラソン結果

期日　昭和37年7月7・8・10日　　参加11隻　25名

艇番	選手	チーム	船外機 馬力×数	船長 (m)	形式材質 造船所	第1日 時間/順位	第2日 時間/順位	第3日 時間/順位	綜合 タイム	決勝 順位
1	天野　義彦 毛利　八束	S.4クラブ	マーキュリー 100×2	5.10	ランナ　木 S.4製缶	3.34 ③	三木崎 棄			
2	石井　久由 村尾　輝明	S.4クラブ	クライスラー 110×1	5.00	ランナ　木 S.4製缶	4.57 ⑨	串本 棄			
3	小倉　時郎 深見　秀一	永大クラブ	マーキュリー 100×2	6.40	ランナ　木 永大産業	3.54 ④	尾鷲 棄			
6	友野　竜一 富岡　政男	S.4クラブ	マーキュリー 45×2	5.15	ランナ　木 S.4製缶	4.19 ⑧	尾鷲 棄			
7	飯田忠明・高橋篤茂 堀内浩太郎	芦の湖クラブ	マーキュリー 100×2	5.50	S－18　FRP ヤマハ	3.27 ②	13.06 ①	6.10 ①	22.43	①
8	若松　亮任 野上　助	白水会	マーキュリー 100×1	5.30	ランナ　FRP 日東紡	6.16 ⑪	浜名湖 棄			
10	島田　智一 水越　良雄	白水会	ボルボI/O 80×1	4.89	ランナ　木	5.17 ⑩	御前崎リミット タイム経過 棄			
11	井末　勇 杉浦　誠	パッケニヤ ボートクラブ	マーキュリー 100×2	4.80	カタマラン　木	3.57 ⑤	尾鷲にて 浸水　失			
12	岡田昭二・横山明夫 内田四郎	芦の湖スキー クラブ	マーキュリー 80＋85	5.50	S－18　FRP ヤマハ	4.18 ⑦	13.32 ②	6.10 ①	24.00	②
14	谷崎　幸治 岡　洋太郎	大阪ボート クラブ	ジョンソン 75×2	6.00	ランナ　木	4.01 ⑥	串本－尾 鷲間　棄			
16	楠本周作・麻生喜代 治・小峰一之	S.4クラブ	マーキュリー 100×2	5.30	ランナ　木 S.4製缶	3.26 ①	串本－尾 鷲間浸水			

4．9・13は欠番
5．服部実、鈴木多寿穂、長谷川清／びわこマリーナクラブ欠場
15．トーマス伊芸、早川重二郎（クラウンクラブ）はスタート前に棄権

第1日　大阪、下津、田辺、串本　快晴　波高1m
第2日　串本、尾鷲、大王崎、浜名湖口、御前崎　南東の風9m/s波高4～6m
第3日　御前崎、下田、三崎、東京　曇り　波高1～2m視界不良

水，プロペラが空転して滑走が出来ない。船尾から浸水するが，そこは床の高い船外機艇の強みで，低いトランサムから再び水が出てしまう。

苦しい2時間ほどの航行で大王崎に辿り着いた頃には，疲労困憊，ボートにしがみつくのがやっとの有様だった。ここへ来て，波長は長くなり，高さ4mで，頂上のチラチラ崩れた波は見るからに恐ろしげだったが，横波で滑走を続けることが出来るようになった。高橋艇長が，

「こんな波を走ったと言っても，誰も信じてくれないだろうな」と言う。実感だった。波に追われて波切(なぎり)の港に入り，給油する。気が付くとタンクの周りに黄色味を帯びたガソリンがひたひたと溜っているではないか。衝撃でタンクが破れ，タンク・ウェルに漏れたのである。140ℓタンク2個のうち1個を空にして，浜名湖で給油する手筈を整えて出港する。3～4mの波が激しく，疲れた身体には耐え難い。波切でもらったワインのラッパ飲みで幾分の元気は出たが，大王を離れれば波は収まると慰める私の予想が外れて，恐ろし気な波の鎮まる様子は一向にない。弱気を起こして引返し，的矢湾に逃げ込んだ。波切から1時間の苦闘の上り（向かい波）コースを，僅か20分であっけなく逃げ込み，上りと下りの違いを痛いほど知らされる。

安乗(あのり)の漁港で親切にして頂いて船を舫い，本部に電話して，レースの続行か否かの判断を待った。自分達が逃げ込んだ以上，延期を期待してのことだった。30分ほどして，二番艇が波切を出港したのでレースは続行，という指示が来た。二番艇はバートラム型のヤマハ艇だった。岡田・横山・内田のブルドッグの様なメンバーが怨めしかった。

直ちに船に飛び乗り走り出す。漁業組合で温かいお茶を頂いたりして，体力的にも，また精神的にも，われわれはゆとりを取りもどしていた。そのせいか，相変わらずのきつい向かい波にじっと

耐えて，我々は夕方5時21分，御前崎港に入港することが出来た。13時間06分の極限ともいえる苦しい航海であった。

岸壁の上にへたばっていると，30分ほどして岡田艇が入港してきた。ロープで縛り上げたエンジンを串本から回し続けて，何とすごい連中だとあきれ返ってしまう。もう一隻，全モ連の島田・水越組が6時半頃入港して来た。この荒海を乗り切った仲間に対して，何とも言えない親しみを感じたものだったが，残念にも6時のタイムリミットに引っかかって，このボートは失格になった。

翌日は暴風雨のためレースは1日延期され，翌々日，最終日のレースが行なわれた。

この日は，前々日に比べると嘘のような静けさで，何ということなく，平和島に入港してレースは終った。（**レース結果，表2**）

今切口事件

レース後間もなく，ヤマハ・モデファイの船型を商品に採用することが決定され，レース艇をもう一度仕上げ直して，雌型が取られた。白い船底に8本のスプレー・ストップを持つ我々の18ft艇は，白長須鯨のような特異な姿を持っていた。

川上社長はこれに〝ヤマハ・ストライプ〟と名付けられ，レースの実績に裏付けられた「ヤマハ・ストライプ18」（S－18）は，海と戦う船としての性格を明確に打出して仕上げることになる。

モデルは「スポーツ」，「カスタム」と「クルーザー」の3種を作り，船内外機の搭載が標準だが，トランサムを切り取ることによって船外機の搭載も可能な形状とした。その中で「カスタム」の船外機仕様がレース艇のレプリカ版であった。

「カスタム」と「スポーツ」は，ほとんどレース艇と同じ配置を取り，計器板は立ったままの運転でも見易いよう平らに，スロットル・レバーの位置も高めにした。米国での視察で米国製ボートの艤装品はほとんど判っていたが，防舷材やサッシュの構造はその中でも最高級な方式を選び，S－18を我々は夢の船へと育てていった。

レース後NHK「それは私です」に出演した3人

18ft艇としては贅沢すぎた面もある。しかし，昭和36年当時の税制では，6m以上の船には40％の物品税がかかり，その上，総トン数5トン以上のプレジャー・ボートには禁止的な免許制度，検査制度があったから，18ft艇はプレジャー・ボートの上限に近い位置に既にあったのである。

秋に入って，息の根も止まるかと思うほど驚く事件が起こった。

的矢に滞在中の川上社長からの指示で，船を持って来るように，ということで，朝早くCAT21とS－18が浜名湖の湾口，今切口（通称いまぎれ）を出港，的矢港に向かおうとしていた。仕事の都合で私は残って見送る立場にあったが，何か胸騒ぎがして，車で今切口の提防まで送りに出た。

今切口は，浜名湖が太平洋と通ずる僅か150mほどの水路で，潮の干満と風の方向が逆向きになる時の激しい巻き波は，土地の漁師にも恐れられていた。また我々にとっても最も恐ろしい海であった。

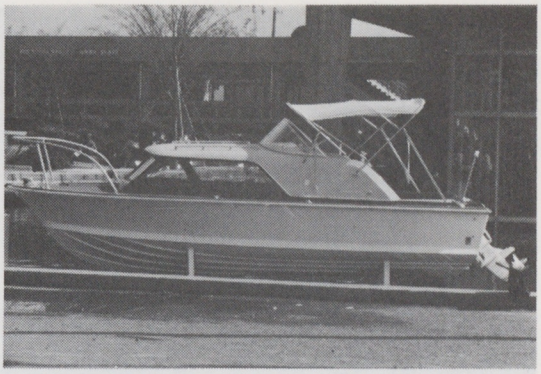
近年は堤防の増設などで激しさが大分柔らいだけれども，当時の我々は，10分，20分と，巻き波の小さい頃合いを見計らう波待ちの上，目をつぶって小さめの巻き波に真直ぐ突っかけるしかなかった。折り悪しく大きな巻き波に突っ込む時には，波への上りで少しスロットルを開け，急激に閉じながら白い波頭にバウを当てるようにする。そうして，波を飛んだ後の姿勢がなるべく平らである

ように努力するのだが，その後の，奈落へ落ちてゆくようなその時間の中で，船は60度もの前上りから，どうかするとほとんど真上を向いた姿勢で，船尾から波の谷へ落ちる。仰向けにならぬよう祈りながら落ちてゆく時間は何時も恐ろしく長い。ただ，前進速度が多少ともあるので，着水後少しの時間があって，結局前に倒れて正常な姿勢にもどれるのである。誰だってこの恐ろしさは何とかして避けたい。一度私はＳ－18で，崩れかかる波の直前で旋回して引返し，恐怖のジャンプを逃れたことがある。

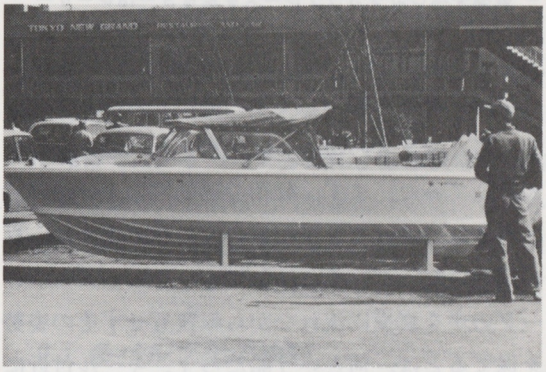
この日，Ｓ－18の艇長だった金原君（東京→大阪マラソン乗員）に私はこの事を伝えて，危ない時の最後の手段としていた。コ・ドライバーは設計担当の筧君だった。

ＣＡＴ21が無事崩れ波を乗り切って沖に出たあと，Ｓ－18が思い切って波に向かった。その時，意外に高い波が金原艇長の前で立ち上った。彼は旋回して，崩れ波の下に入るのを避けようとした。しかし300ℓの燃料料満タンにしたこの日のＳ－18の動きは鈍かった。吸い込まれるように横向きのまま，艇は波の腹を上って90度右に傾き，船の上面が私の方に正対した。崩れ波からの脱出は失敗だったのである。上からの崩れ波をかぶってＳ－18はウォーターチューブの中に見え隠れしながら，真横の姿勢のまま波乗りを続けた。このレース用のＳ－18には２つのステアリング・ハンドルを取付けていたから，コ・ドライバーの筧君も船にしっかりと取付いていられたのは仕合せだった。

波が崩れ切った時，水船になってもう沈んだような船が，転覆もせずに浮いているのが奇跡に思えた。２基の船外機は止まり，荒波の中で遭難したこの船を救う方法を夢中で考えたが，その手だてはなかった。常識では船の出せない荒天の早朝，一隻の船影も人影もない。まして，漁船の出漁できない荒天の巻き波の中で，救命が出来るはずもない。身を硬くして見ているしかなかった。Ｓ－18は旋回した時に突堤の西側に出てしまったから，



昭和37年10月のモーターショーに展示されたＳ－18ＣＲ１号艇



同じくＳ－18ＳＰ

もう一度巻き波を越えないと戻ることの出来ない砂浜の沖に浮いていた。

突然，一基の船外機が始動した。６本のシリンダーの中の何本かが息を吹き返したのだろう。Ｓ－18はのろのろと再び沖に向かった。４～５ｍの巻き波にさしかかると，船は真上を向いて，船尾が波頭から１ｍぐらい離れるほどに飛び上り，その姿勢のままゆっくりと波の向こうへ消えてゆく。トランサムが水に当って沈みが止まる風もなく，どこまでも奈落に沈んでいくように見える。この辺の波高は5.5ｍの船の長さより大きかったと考えるしかない。いよいよだめか，と再び助け方を考え始めたとき，沖の巻き波の上に再びＳ－18が飛び上がる。何回か，希望と絶望の間を往復するうちに，Ｓ－18は巻き波の圏外にとうとう出てしまった。僅か１～２㎞の巻き波圏を30分以上もかけて，やっと脱出することができたのである。やがてＣＡＴ21と合流したＳ－18は鳥羽の方向へ走り

熱海オーシャンカップレースを走るＳ－18レーサー

去ってしまった。

私は，身体を硬くしてその場に立ち尽していた。そして，今までの凄まじい光景を思い起こしながら考えてみた。まず，軽荷で運動性のよい船の時の巻き波の逃げ方を重荷重の船に教えたのは，私の間違いだった。それにしても，ウォーターチューブの中を真横に流れながら転覆もせずその姿勢を保てるとは，何という船だろう。キール付近に300ℓの燃料を満載している上に，上構物の無いレース艇だったから条件は良かったわけだが，思いもよらない船型の素晴らしさ，そして絶望とも見えた２人の命が救われた事実に，驚きと安堵が交錯した。

手酷いジャンプを続けながら，安定した正常な姿勢に戻れることは，船型のお陰である。水船になってから排水が出来たのは，位置の高い自動排水の床と船外機の組み合わせが効いたものである。一度水に浸って止まったエンジンが再び活き返ったのは，金原君がこの日の荒天航海を予期して，機関の要部に防水グリースを充分塗り込めておいたためらしかった。幾つかの好運が重なって目の前に展開された光景に，私は感動し，そのまま坐り込みたいような脱力感におそわれた。

海と闘うために作られた船が，激しい海との戦いに辛うじて打ち勝った，という実感であった。しかし，恐ろしい光景を見た疲れは，その日一日，私を打ちのめしていた。

一方，商品としてのＳ－18の開発は順調に進んでいた。レースや今切口の一件で船体に対する自信はますます揺ぎないものとなったし，工業デザイナーの竹重晃君のデッキ・デザインは機能的で風格があり，デッキに日本最初のレサーパターンを刻んだこともあって，ほれぼれするような仕上りとなった。

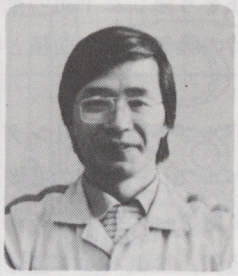
ボートショウの未だなかった当時，我々はこの船をモーターショウに展示して，その意気込みを示した。ヤマハの連中は命がけでボートを開発している，という噂も市場に伝わっていた。

それから翌年にかけて，この船の受注は凄まじかった。総生産量が僅か300隻ほどであった工場が，最大級の18ft 高級艇を150隻近くも作らねばならなくなったのだから無理もない。それ以来，Ｓ－18は名艇と言われ，13年の長きにわたっわ生産された。

1962年１月10日に開発が決定され，翌年から販売が開始されたのだったが，あれからもう20年，二昔も前のことである。

ところで，このロングラン艇の人気の秘密は何であろう。Ｓ－18の贅沢な作りのせいもあろうが，海と闘うことをこれほど明確に打出した船が後にも先にもなかったところに，その原因があるように思われる。この船には，太平洋マラソンに命を賭けた６人のさむらいのひたむきな船への情熱が実っている。また，身をもってこの船の限界を試すことになった金原君や筧君のいのちがけの試練が，この船を磨き上げている。その心を素直な形で商品にまとめたＳ－18は，やはり普通の商品とは異質なものを持っていて，少しも不思議はないと思えて来るのである。

5バルブエンジン技術の開発



特機事業部L＆Gプロジェクト
（元　研究部）　青井和男

1．まえがき

二輪車の特徴として，エンジン重量の車輌重量に占める割合が大きいために，エンジン性能が車輌の動力性能，操縦安定性などに大きく影響している。小型，軽量且つ高出力エンジンの開発は，いつの時代においても最大の特徴とされ発展してきたが，排気ガス規制を克服する技術が確立された現在，本来のガソリンエンジンの姿である高性能化，低然費化が見直されてきた。また，ユーザーのニーズも多様化し，実用的な買物車から走りを楽しむスポーツ車まで，それぞれに適応したエンジン開発が行われている。

特にスポーツ車における高性能化の要求は，いちぢるしく増大し，ガソリンエンジンの多バルブ化は，ここ1～2年の大きな特徴となっている。

エンジンの多バルブ化は，エンジントルクの向上と許容回転数の増大によるエンジンの比出力を高める手段として有効であり，数多く研究されてきている。しかしながら多バルブ化にあたっては，燃焼室形状やストロークボア比等の基本要素を含めた上での最適設計が重要であり，たとえばバルブ面積増加を狙ってシリンダボア径を拡大すると，燃焼室形状の扁平化等による燃焼面での効率低下を招きやすくなると云われている。[1]

我々は，多バルブエンジンの最適化をめざし，巾広い角度から検討した結果，広い回転域にわたって高トルクを実現する5バルブエンジン技術を開発した。

本報告では，5バルブ方式による体積効率の向上，燃焼改善，高回転化の効果について，4バルブ方式と対比して述べる。

2．多バルブ化の検討

エンジンの性能向上は，**表1**に示した3つの要素が重要であり平均有効圧の向上による高トルク化が性能向上の大きなポイントである。

ここでは，体積効率に大きな影響を及ぼす吸気弁開口面積についてバルブ数，シリンダボア径との関係を検討した。

- 性能向上
  - 図示平均有効圧向上
    - 体積効率向上
      - 多バルブ化
      - 流量係数改善
    - 高圧縮比化
      - S／B比適正化
      - 耐ノック性向上
    - 燃焼室形状改良
  - 許容回転数向上
    - 動弁系重量低減
      - 多バルブ化
  - 機械損失低減

表1　性能向上要因表

2－1　バルブ数と吸気バルブ面積，吸気弁開口面積(注)

性能にかかわる因子である吸気バルブ面積と吸気弁開口面積について，4バルブから7バルブま

での特性を検討した。同一シリンダボア径の中に実用性を考慮した下記の条件でバルブ配置を行い，その時の吸気バルブ面積と吸気弁開口面積を計算した。

1）バルブ外周はシリンダボアに内接させる。

2）バルブシート間の必要最小クリアランスは吸気側2㎜，排気側4㎜とする。

3）吸気，排気バルブ径は開口面積比で約1.3となるようにする。

計算結果を図1に示す。尚，計算に使用した吸気バルブリフト比（L／D）は図中に示した。

この図よりバルブ面積は4バルブと5バルブはほぼ同等であるが，6バルブ，7バルブとバルブ数が増加するに従って面積は減少する。また，吸気弁開口面積も同様に5バルブが最大となり，それ以上のバルブ数では減少していることが分った。これは以下に示した理由によっている。

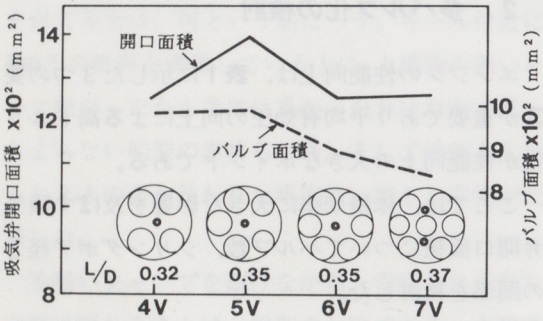


図1　バルブ数と吸気弁面積

（注1）ここで云う吸気弁開口面積は次式によった。

吸気弁開口面積　$Fi = \pi \cdot D \cdot h \cdot n$

D：吸気バルブ径

h：バルブリフト

n：吸気バルブ数

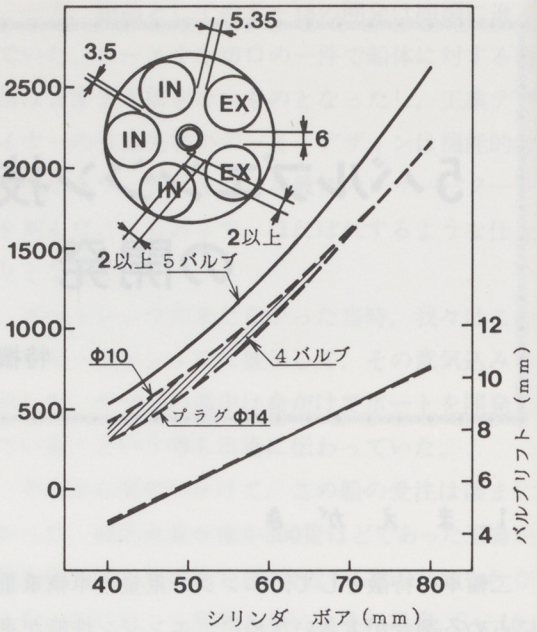


図2　ボア径と吸気弁開口面積
（4バルブと5バルブ）

すなわち，6バルブでは排気弁数が増加することによりバルブシート間クリアランスを確保する必要上，吸気弁径が小さくなり，開口面積は減少する。

また，7バルブの場合は，ボア中心部に吸気バルブが配置するので，スパークプラグは両側2個必要となり，そのためプラグとバルブシート間クリアランスを確保する必要があり，同様に開口面積は減少する。

以上より体積効率のひとつの指標である吸気弁開口面積は5バルブが最大となり，それ以上のバルブ数では必ずしも面積の増大にはつながっていないことが分った。

2－2　シリンダボア径と吸気弁開口面積

次にバルブリフトを同一に設定した時のシリンダボア径と吸気弁開口面積の特性を4バルブと5バルブについて検討し，結果を図2に示した。

1）5バルブの方が全体的に20～25％開口面積が大きい。

2）5バルブは図2のようにバルブが円周等分配置されるので，ボア中心部の余裕が大きくな

り，スパークプラグ径選定の自由度が高い。一方，4バルブはボア径が小さくなるほど開口面積に対するプラグ径の影響が大きい。

3）同一開口面積を得るのに5バルブの方が約10%小さいボア径で十分であるので，燃焼室がコンパクトになり燃焼効率の点から有利と考えられる。

3．テストエンジン

テストエンジンは4サイクル水冷125cc単気筒5バルブおよび4バルブエンジンで，諸元を**表2**に示す。吸気弁開口面積とストロークボア比の影響を確認するため，4バルブエンジンは2種類のボア径を供試した。すなわち，4バルブ（φ57）は5バルブと同一のボア×ストロークであり，吸気バルブ面積はほぼ同等，開口面積は約13%小さい。また，4バルブ（φ63）はショートストローク化により，5バルブに対してバルブ面積で約24%，開口面積では6%大きくしたものである。

尚，圧縮比，バルブはさみ角，バルブタイミング，吸排気管系等は同一レベルに合わせた。

表2　テストエンジン諸元

	5バルブ	4バルブ	
ボア　mm	φ57	φ57	φ63
ストローク　mm	48.8	←	40
S／B比	0.86	0.86	0.63
行程容積　cm³	124.5	←	124.7
圧縮比	12	←	←
吸気弁径×数	φ18×3	φ22×2	φ24.5×2
リフト　mm	6.5	7	7.6
開口面積　mm²	1103	968	1170
排気弁径×数	φ19×3	←	φ21.5×2

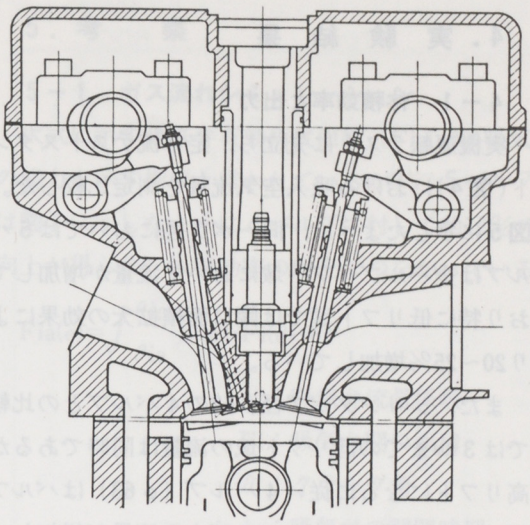


図3　5バルブエンジン構造図

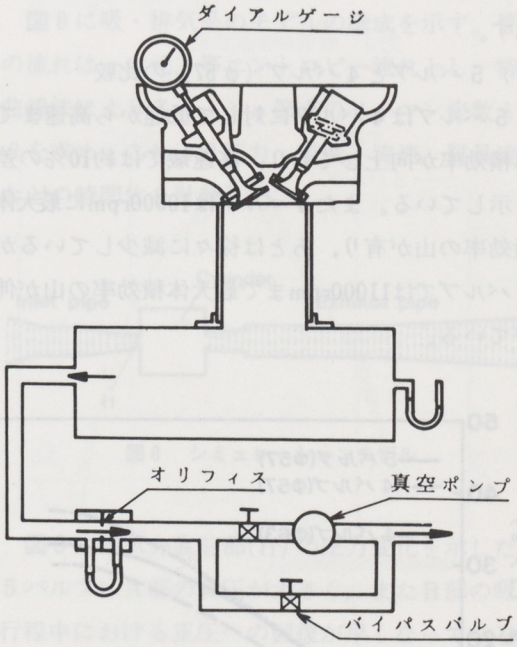


図4　定常流テスト装置

4．実　験　結　果

4－1　体積効率と出力

実機運転テストに先立ち，定常流テストスタンド（**図4**）における吸入空気流量を測定比較した。**図5**に示したように，同一ボア径においては5バルブは全バルブリフト域において流量が増加しており特に低リフト域では開口面積拡大の効果により20～25％増加している。

また，シリンダボア径φ63の4バルブとの比較では3㎜までの低リフト域の流量は同時であるが高リフトになるに従い4バルブ（φ63）はバルブ径拡大の効果により5バルブより流量が増加している。

次に実機運転における体積効率と出力を**図6**に示す。

1）5バルブと4バルブ（φ57）の比較

5バルブは4バルブに対して低速から高速まで体積効率が向上しており，高速域では約10％の差を示している。また4バルブは10000rpmに最大体積効率の山が有り，あとは徐々に減少しているが5バルブでは11000rpmまで最大体積効率の山が伸びている。

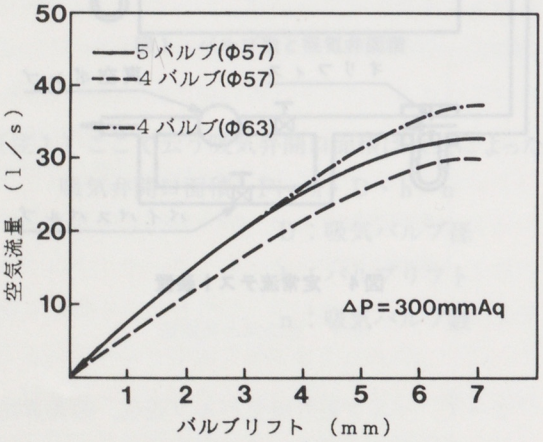


図5　静的吸入空気流量

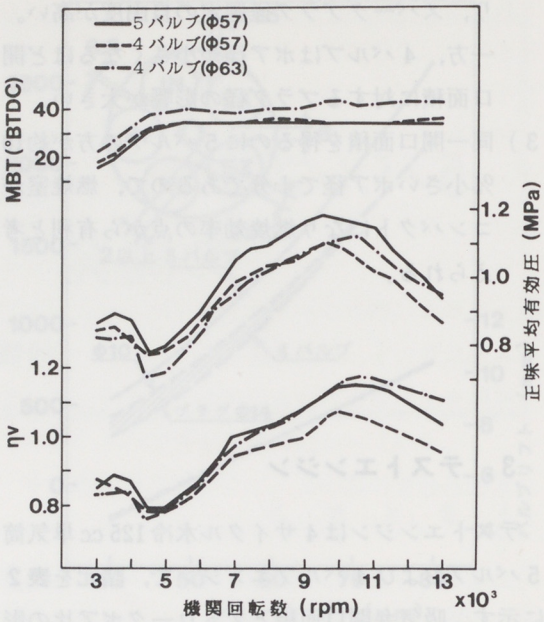


図6　体積効率と正味平均有効圧（全負荷）

これは5バルブ化によって有効開口面積が増加した効果と思われる。また，正味平均有効圧はほぼ体積率の傾向と一致しており，アップ率として約7％，最大出力点では10％の向上を得ている。要求点火時期（M．B．T）はほぼ同一の値を示している。

2）ショートストローク4バルブ（φ63）の特性

4バルブ（φ63）はバルブ径拡大とショートストローク化により体積効率の特性は低中速域ではやや低く，中速から高速で高くなるいわゆる高速型となっている。しかし，高い体積効率にもかかわらず正味平均有効圧はかなり低い値となっており，5バルブに対して特に実用領域がやせた特性を示している。

MBTはφ57ボアに比べて5°～10°進角側を要求しており，ボア径拡大（ショートストローク化）により燃焼期間が増加している為と考えられる。

4－2　動弁系許容回転速度

シリンダボア径φ57のバルブ1本当りの動弁系等価重量を**表3**に示す。5バルブは等価重量の軽

量化やバルブリフトを低くおさえられることによりスプリング荷重を小さくでき，カム面とロッカーのスリッパ面との間に発生する応力を低くおさえる事ができる。さらにバルブスプリングの設計においても剪断応力値や応力振巾値を4バルブと同レベルとしてもスプリングのサージング発生回転数が向上し，バウンス発生を高回転域に設定できる。**表4**に吸気バルブのジャンプ及びバウンス発生回転数の測定結果を示す。

表－3　動弁系等価重量〔gr〕

	4バルブ	5バルブ
バルブ	14.3	11.7
ロッカー	10.1	6.8
リテーナ	6.6	6.6
その他	12.8	10.2
等価重量（1本当り）	40.2	35.3

表－4　吸気弁の異常挙動発生回転数〔rpm〕

	4バルブ	5バルブ
ジャンプ	13,600	14,300
バウンス	16,000	16,700

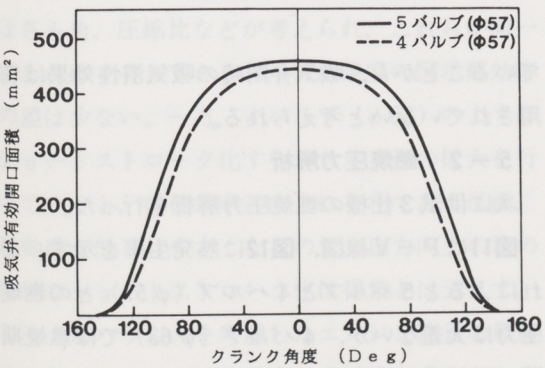


図7　吸気弁有効開口面積(μi·Fi)

5．考　察

5－1　ガス流れシミュレーション

次式に示す吸気弁有効角度面積（Fia(e)）は吸気の能力を示す指標と言われているが[2]，5バルブは**図7**に示したように4バルブに対して約12%の向上が得られ，体積効率の向上につながっている。

$$\mathrm{Fia(e)}=\int_{\theta ia}^{\theta ic}\mu i(\theta)\cdot \mathrm{Fi}(\theta)\cdot d\theta$$

μi：吸気弁流量係数
Fi：吸気弁開口面積
θ：クランク角
io,ic：吸気弁の開閉時期

5バルブ化による体積効率の向上がどのように行なわれているかをさぐるため，管内の現象をシミュレーションにより解析した[3]。

図8に吸・排気系のモデルの構成を示す。管内の流れは一次元，等エントロピー流れとし，特性曲線法により各メッシュ節点のリーマン変数λ，βを求め，これより圧力，温度，流速，質量流量などの時間化を計算した。

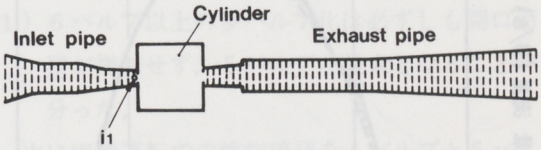


図8　シミュレーションモデル

図9に吸気弁直前部(i_1)の圧力変化を示した。5バルブはA部の負圧が大きく，またB部の吸気行程中における正圧への回復が早くなっている。

これを吸気弁を通過する質量流量で表わしたものが**図10**であり，5バルブでは**図9**に示したA，B部にほぼ対応して流量が増加している。

ここで，5バルブ化による体積効率向上理由について考えてみると，

1）吸気，排気慣性効果の利用率が高くなる。
2）吸気弁有効開口面積増加による効果

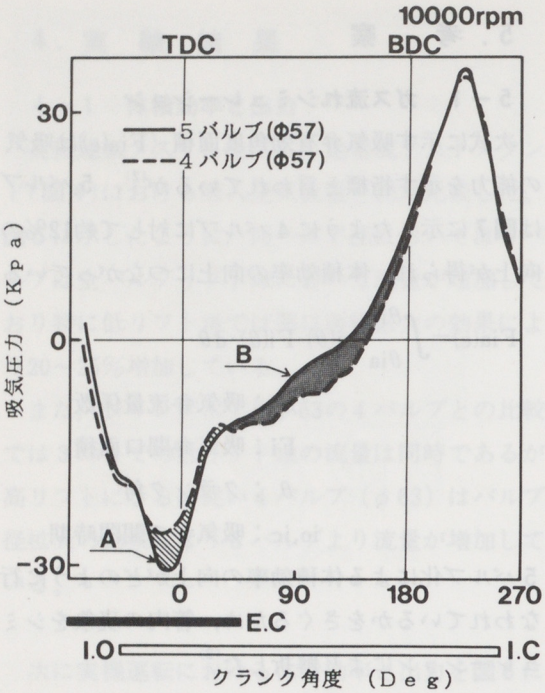


図9　吸気弁直前部圧力

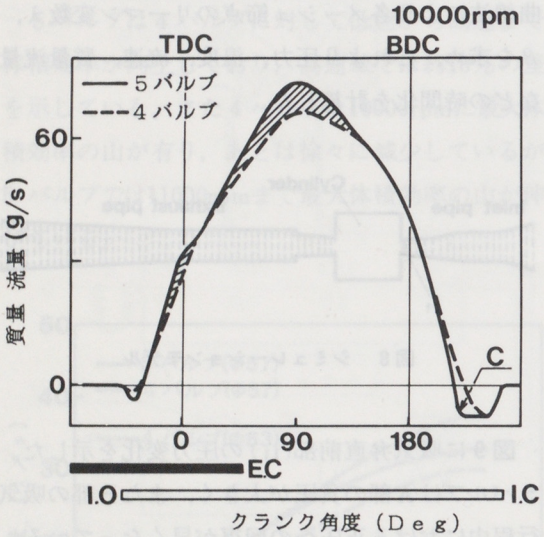


図10　吸気質量流量

があげられるが，シミュレーション結果では図9－Aに対応するバルブオーバーラップ期間での排気慣性による吸い出し効果とB部の吸気行程中の有効開口面積増加による効果が認められている。

一方，図10－C部に吸気の吹き返し現象が生じ

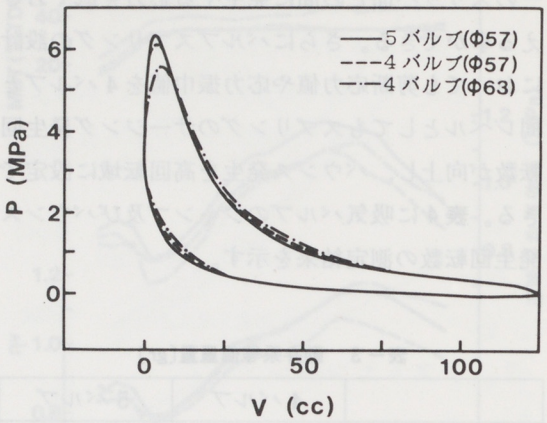


図11　P－V線図

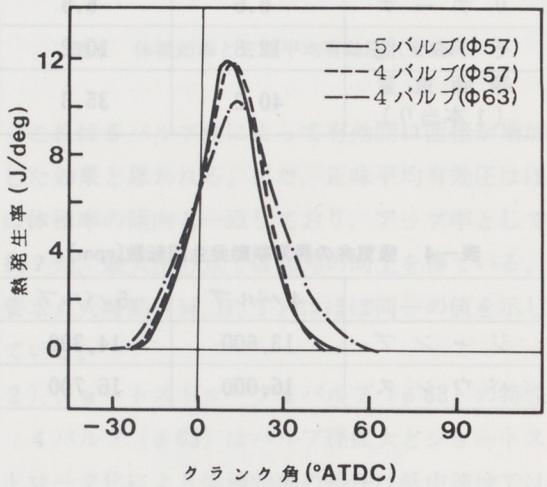


図12　熱発生率

ていることから，吸気弁閉時の吸気慣性効果は利用されていないと考えられる。

5－2　燃焼圧力解析

次に供試3仕様の燃焼圧力解析を行った。

図11にP－V線図，図12に熱発生率を示す。これによると5バルブと4バルブ（φ57）との燃焼圧力は大差ないが，4バルブ（φ63）では燃焼期間が増加し，等容度が低下している。

また，図13は体積効率に対する図示平均有効圧をプロットしたものであるが，4バルブ（φ63）

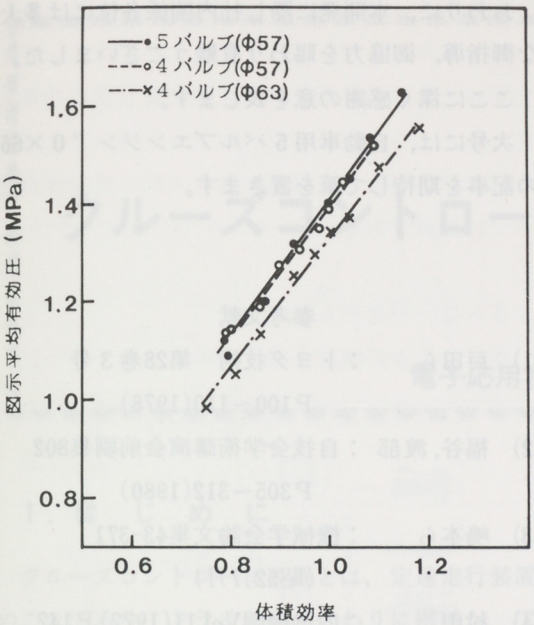


図13　体積効率と図示平均有効圧

は約6％の出力低下がみられる。

この理由として，燃焼室形状の扁平性を検討した。

図14はスパークプラグからの燃焼室容積比率(注2)を表わしたもので，これによると5バルブと4バルブ（φ57）はかなり類似しているが4バルブの(φ63)ではボア径拡大に伴い火炎伝播距離が増加し，容積比率でみた燃焼室の扁平性が大きくなっていることがわかる。

以上のことから，燃焼室形状を決定する基本因子としては，シリンダボア径(S／B比)，バルブはさみ角，圧縮比などが考えられ，これらが同一であれば4バルブと5バルブ燃焼室の図示熱効率の差は少ない。一方，4バルブ（φ63）のようにショートストローク化すなわちボア径の拡大を行っていくと，体積効率の向上に有利である反面，熱効率が低下しやすくなるので，出力向上の為の単純なショートストローク化は得策とは云えず，トータルバランスを考慮したエンジン諸元の最適化に対して5バルブ化は有効な技術と考えられる。

（注2）燃焼室の樹脂型を点火プラグを中心とする回転軸で球状に2㎜毎にカットし，その重量を逐次計量した。(4)

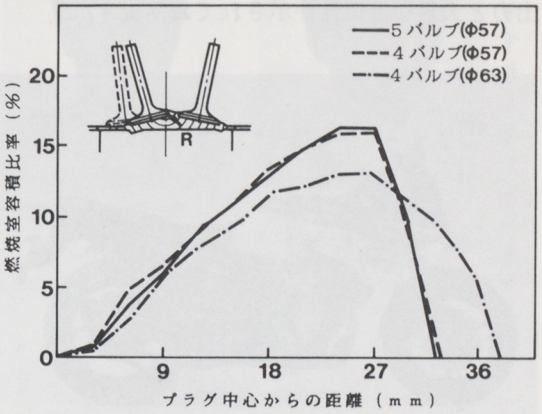


図14　燃焼室形状の比較

6．まとめ

4サイクル機関の性能向上，特に高トルク化に対する多バルブエンジンの最適化検討を行った。

検討を進めるにあたって，4バルブから7バルブまでレイアウト設計を行ない，特に吸気弁開口面積について比較した結果，

1）6バルブ以上の多バルブ化は必ずしも開口面積が増加せず，5バルブが最大となることが分った。

次に実機運転での性能確認を4バルブと5バルブエンジンについて比較した結果，以下の事が明らかとなった。すなわち

2）5バルブは吸気3バルブ化によりバルブ有効開口面積が増加する為，高速回転域まで高い体積効率が得られる。

3）したがって，バルブ径拡大のためのエンジンのショートストローク化による図示熱効率の低下を防ぐことができ，高トルク高出力化が可能となる。

これらの成果をもとに，市販車として初めて5バルブエンジンが'85ヨーロッパ向けモデルFZ750に搭載され生産されました。（写真15）

図－16は，ヨーロッパの雑誌社（モトラッド）に掲載された性能ですが，他の4バルブエンジンと比べて低中速域のトルク，高速域の伸び，最高出力と大きな優位性が示されております。

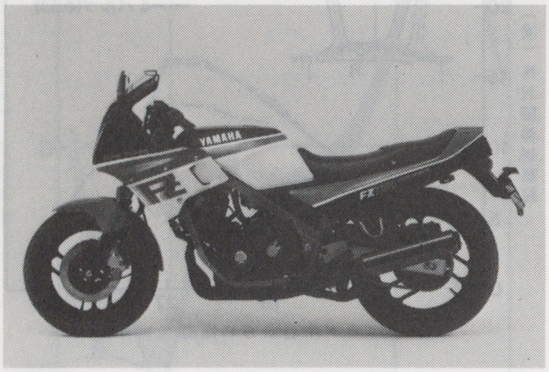


写真15

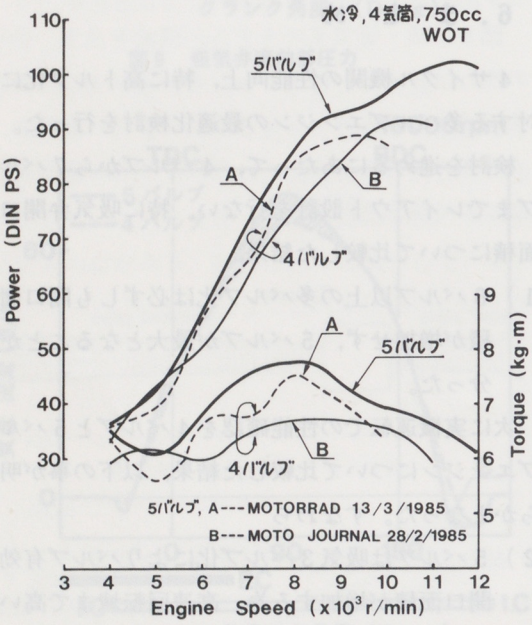


図16　4バルブと5バルブ性能比較

おわりに，本開発に際し社内関係各位には多大な御指導，御協力を賜わり有難うございました。ここに深く感謝の意を表します。

次号には，自動車用5バルブエンジン〝0×66″の記事を期待して筆を置きます。

参考文献

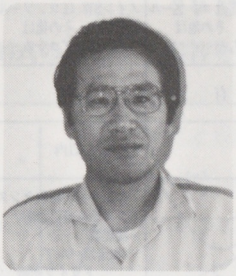
(1)　戸田ら　：トヨタ技術　第28巻3号　P100～110(1978)

(2)　福谷，渡部　：自技会学術講演会前刷集802　P305～312(1980)

(3)　嶋本ら　：機械学会論文集43-371　(昭52.7月)

(4)　村山　：内燃機関Vol.11(1972)P142

クルーズコントロール



電子技術課
電子応用技術部　鈴木俊夫

電子技術課
橋本茂喜

1．はじめに

クルーズコントロール装置とは，定速走行装置のことであり，ドライバーの代わりに機械が，アクセルをコントロールし，車速を一定に保つという機能を持つものである。

その目的とするところは，長距離ドライブ等におけるドライバーの疲労軽減であり，最初に4輪車用に開発され世に出た。2輪車用としては，ライダーの右手の疲労軽減，快適性向上を目的とし，米国でアフターマーケット商品として販売されている。

クルーズコントロールの基本機能は，上記の通り，自動車を一定速度で走行させる制御であるが，最近では付加機能として，増速，減速，復帰（リジューム）等の機能が追加され，便利さが向上している。

ヤマハでは，1981年から，装置開発の検討を始め，1983年にZ開発，X開発を行ない，84モデルXVZ1200TDに搭載した。その後，86モデルXVZ1300DSには，上記の様な，増速，減速，復帰等の機能を追加したシステムを開発，搭載し，市場より高い評価を頂いている。本文では，84モデルのシステムを中心にヤマハのクルーズコントロール装置の基本的な部分について説明する。

2．4輪車の動向

4輪車においては，**表1**に示す様に各社共上級車に装備されており，その大部分のトランスミッションはATとなっている。（また，クルーズコントロール装置の大きなポイントであるアクチュエータとしては，ガバナを用いた機械式のものからサーボモータを用いたものへ変化し，現在は大部分が，エンジンの吸入負圧を用いた空気式アクチュエータとなっている。）

機能的には，**表1**に示す様に，定速走行機能に，増速，減速，復帰の機能を有し，各社ほとんど差がないのが，現状である。

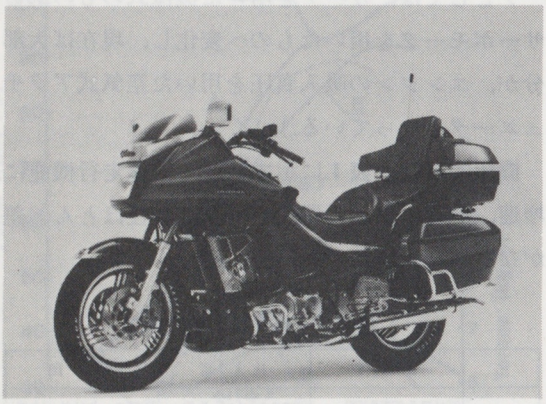
表1　4輪各社システム

	トヨタ	日産	本田
搭載車種	©ソアラ(GT系VX) セリカXX クラウン，クレスタ	©スカイラインE・X,S) グロリア レパード	©アコードビガー(全車) プレリュード
システム名称	オートドライブ	ASCD (auto speed control drive)	クルーズコントロール
制御方法	アナログ電子回路	マイコン	マイコン(8bit)
アクチェータ方式	エンジン負圧による バキュームアクチェータ	←	←
操作SW.	メインSW. セットSW.(減速SW.) リジュームSW.(増速SW.)	メインSW. セットSW.(?) アクセラートSW. リジュームSW.(減速SW.)	メインSW. セットSW.(減速SW.) リジュームSW.(増速SW.)
速度制限	40km/h～100km/h	60km/h ～100km/h	45km/h ～100km/h
その他特記事項	・ブレーキペダル ・クラッチペダル ・メインSW.OFF ・イグニッションSW.OFF ・パーキングブレーキ	・ブレーキペダル ・アクセルペダル	・メインSW.OFF ・ブレーキペダル ・クラッチペダル ・急激なスピード変化 ・エンジン回転の上昇

	トヨタ	日産	本田
SW.の車体取付位置	操作SW.は全てコンソールボックス	メインSW.はコンソールボックス，その他はライトSW.バー	メインSW.はコンソールボックス，その他はステアリングコラム
インジケータランプ	有	有	有
セット誤差	±1.6m/h(80km/h,30分)		±1km/h 以内
その他特記事項	・オーバドライブコントロール機能有 ・アクセルペダルによる1次加速OK	←	・エンジン回転数センス ・システム自己診断機能数 加速用バルブ ドライブ回路 ノイズ誤動作→解除 ←

3．ヤマハのクルーズコントロール装置

ヤマハのクルーズコントロール装置は，搭載車輌の呼称より〝VENTURE CRUISE〟と名付けられている。以下にこの〝VENTURE CRUISE〟システムについて詳述する。



写1　VENTURE ROYAL

3－1　VENTURE CRUISEの特徴

①アクチュエータは空気式であるが，負圧源としてモータで駆動する負圧ポンプを用いている。

②エンジン負圧を使用しないため，スロットル開度を大きくとることができ，高負荷の領域まで制御が可能である。

③アクチュエータが小型である。

④自己診断機能を持ち，故障内容を表示できる。

⑤フェイルセーフ思想を取り入れた安全性が高い設計である。

3－2　システム構成

本システムの構成を図1に示す。

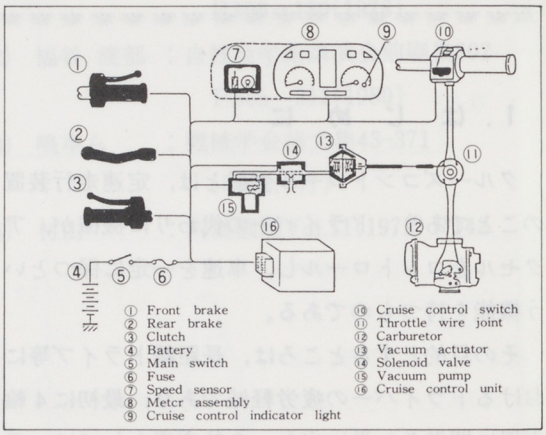


図1　システム構成図

①フロントブレーキ，②リヤブレーキ，③クラッチの信号は，⑯コントロールユニットへ送られ定速走行状態の解除に用いられる。

⑩コントロールスイッチは，システムの電源スイッチの機能と定速走行のセットの機能があり，その信号は，⑯コントロールユニットに送られる。⑨インジケータライトは，システムの状態をライダーに伝えると共に，故障時の異常表示の機能を持つ。上記，⑩コントロールスイッチにより，定速走行の指令が出されると，⑯コントロールユニットは，⑦スピードセンサより車速を検知し，その車速を維持するように，⑭ソレノイドバルブ，⑮バキュームポンプを動作させ，負圧を制御し，⑬バキュームアクチュエータで，負圧を変位に変換し，⑪ワイヤジョイントを介して，⑫キャブレタのスロットルバルブを開閉する。

以上が，各パーツの働きである。

3－3　M/Cを含めた制御系

本システムのブロック線図を**図2**に示す。尚，簡単のため，エンジンの時定数及びスロットル弁廻りのヒステリシスは，省略している。また，Rは走行抵抗の内，ある速度における微分値である。

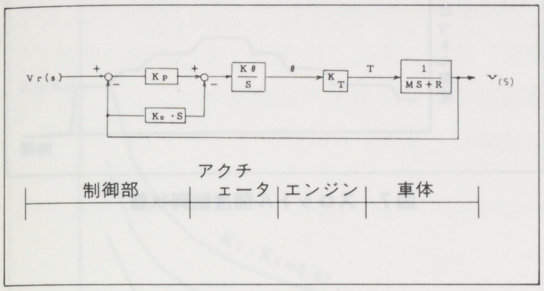


図2　ブロック線図

図2において，速度vのラプラス変換$v(s)$は，以下のようになる。

$$v(s)=\frac{K_PK_\theta K_TVr(s)+T_V}{MS^2+(R+K_DK_\theta K_T)S+K_PK_\theta K_T} \quad \cdots\cdots(1)$$

Tv：速度Vrにおける走行抵抗

(1)式において，t＝∞における速度は

$$v=\lim_{S\to o}Sv(s)=SVr(s)$$

となり，目標値Vr(s)がステップ関数とすると

Vr(s)＝Vr/sであるから

v＝Vrとなり，速度は目標値に一致する。

又，(1)式において，Sの根を求めると

$$\lambda=\frac{-(R+K_DK_\theta K_T)\pm\sqrt{(R+K_DK_\theta K_T)^2-4MK_PK_\theta K_T}}{2M} \quad \cdots\cdots(2)$$

(2)式において

$(R+K_DK_\theta K_T)^2 \geqq 4MK_PK_\theta K_T$であれば，図2の系は振動しない。

又，$(R+K_DK_\theta K_T)^2 < 4MK_PK_\theta K_T$ の時，系は減衰振動を起こす。このとき，固有角周波数をωn，減衰率をζとすると，系の振動角周波数ωoは，

$$\omega o=\omega n\sqrt{1-\zeta^2}$$

$$\omega n=\sqrt{\frac{K_PK_\theta K_T}{M}} \quad \cdots\cdots(3)$$

$$\zeta=\frac{R+K_DK_\theta K_T}{2\sqrt{MK_PK_\theta K_T}} \quad \cdots\cdots(4)$$

(1)式のステップ応答を**図3**に示す。

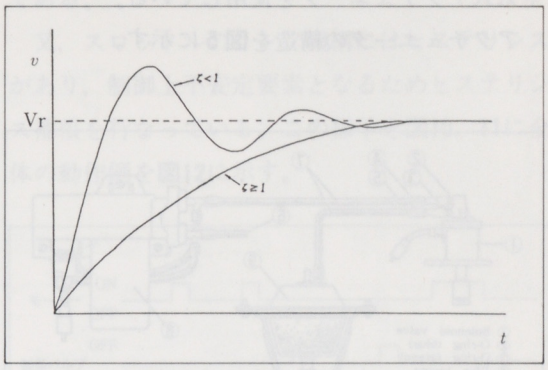


図3　ステップ応答

3－4　センサ，アクチュエータ

(1)　スピードセンサ

スピードセンサはM／Cの走行速度を検出するものであり，前輪の回転数に比例した周波数のパルスを発生する。このスピードセンサは，メータケース内にあり，マグネットホイールとリードスイッチを組合せている。又，パルス周波数と，速度の関係は，(5)式で表わされる。

$$f[\mathrm{Hz}]=\frac{14}{9}v[\mathrm{km/h}] \quad \cdots\cdots(5)$$

スピードセンサの構造，出力を**図4**に示す。

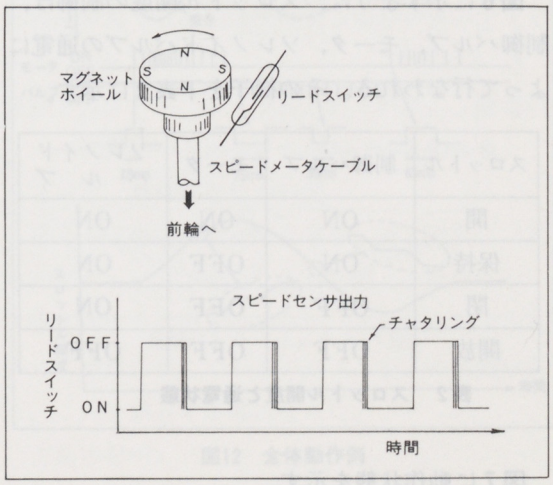


図4　スピードセンサ構造，出力図

(2) アクチュエータ

アクチュエータは，コントロールユニットの指令により，スロットル開度を制御するものであり，空気式アクチュエータを使用している。

アクチュエータの構造を**図5**に示す。

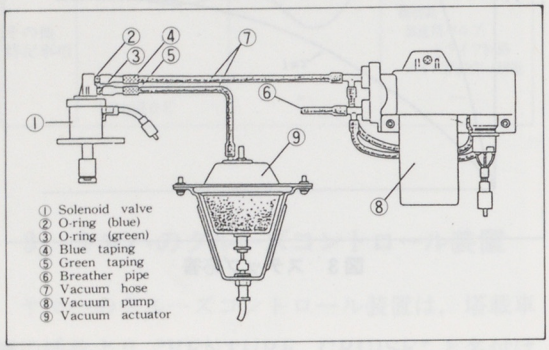


図5　アクチュエータ構造図

図5を模式的に描くと**図6**のようになる。

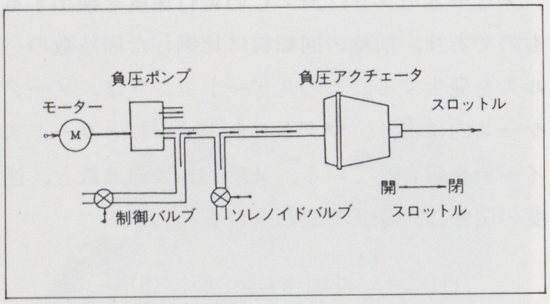


図6　アクチュエータ模式図

図6に示すように，スロットル開度の制御は，制御バルブ，モータ，ソレノイドバルブの通電によって行なわれる。その様子を下表2に示す。

スロットル	制御バルブ	モータ	ソレノイドバルブ
開	ON	ON	ON
保持	ON	OFF	ON
閉	OFF	OFF	ON
開放	OFF	OFF	OFF

表2　スロットル開度と通電状態

図7に動作状態を示す。

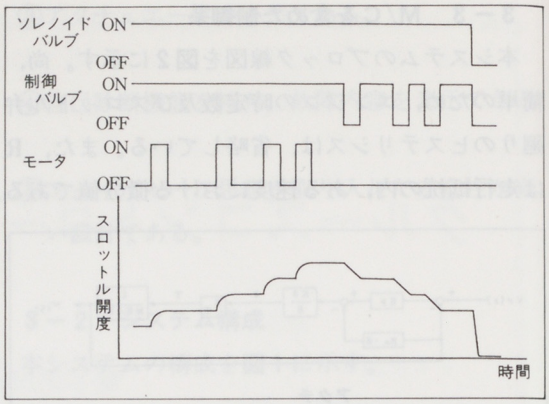


図7　スロットル開度制御状態

3－5　制御系の設計

システムとして，ハードウェアは最小限の構成とし，ソフトウェアの負担を大きくし，最小のコスト，信頼性の向上をねらっている。**図8**にハードウェア構成を示す。制御の中枢はソフトウェアであり，マイクロコンピュータ内のROMに内蔵されている。

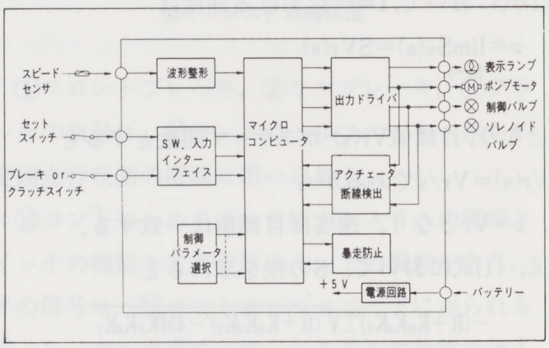


図8　ハードウェア構成

次に，**図2**のブロック線図に示される制御系の制御パラメータ K_P, K_D, K_θ の決定であるが，M, K_T, Rは対象とする車輌で決定されてしまうため，M K_T, Rを固定し，制御パラメータを(4)式のζが1以上になる様に選定していく。K_T, Rは速度の関数であり，制御速度の近傍の値を採用する。

又は，K_θは，モータ1回転当りのスロットル回転角と演算結果によって，アクチュエータを操作する時間間隔によって決ます。モータ1回転当り

のスロットル回転角は実測結果として0.6°という値が得られている。

図9にK_θをパラメータとしたときの$\zeta \geqq 1$の条件を満足するK_D/K_Pの値を示す。

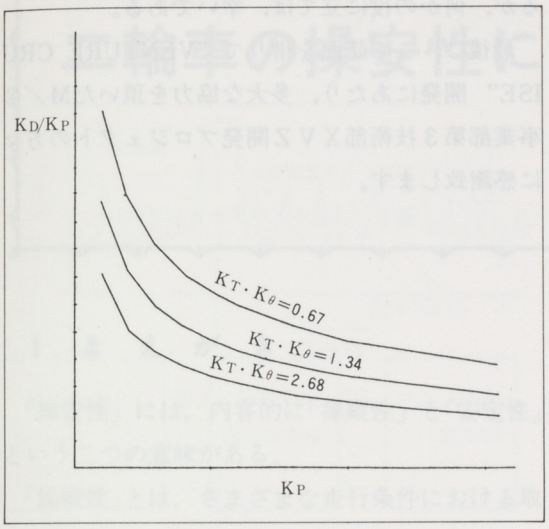


図9　K_P-K_D/K_P

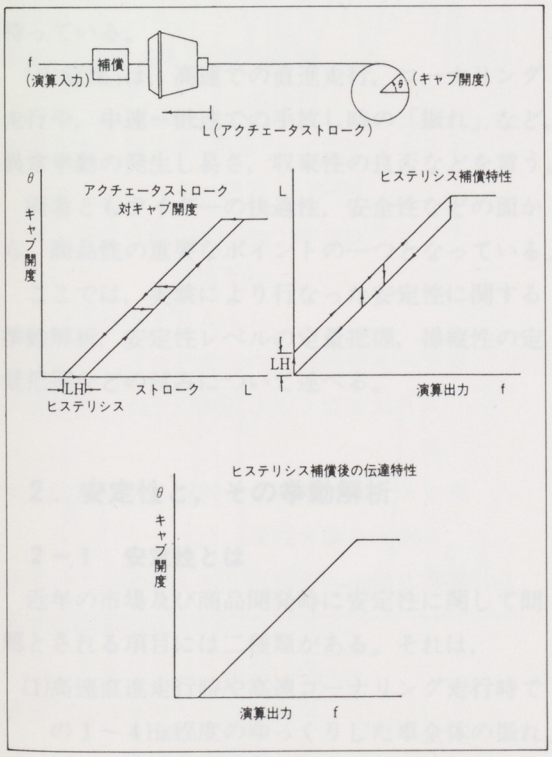


図10　ヒステリシス補償特性

このような条件を満たす制御パラメータの値は，実走行，及びシャーシシミュレーションで，制御フィーリングを確認しながら調整，決定したものである。

又，スロットルのリンク機構にはヒステリシスがあり，制御上不安定要素となるためヒステリシス補償を行なっている。この様子を図10，11に全体の動作例を図12に示す。

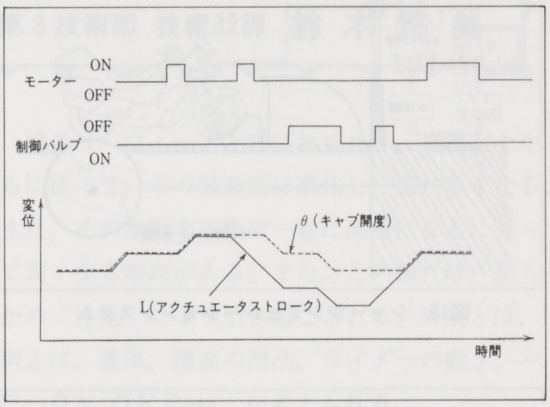


図11　ヒステリシス補償動作例

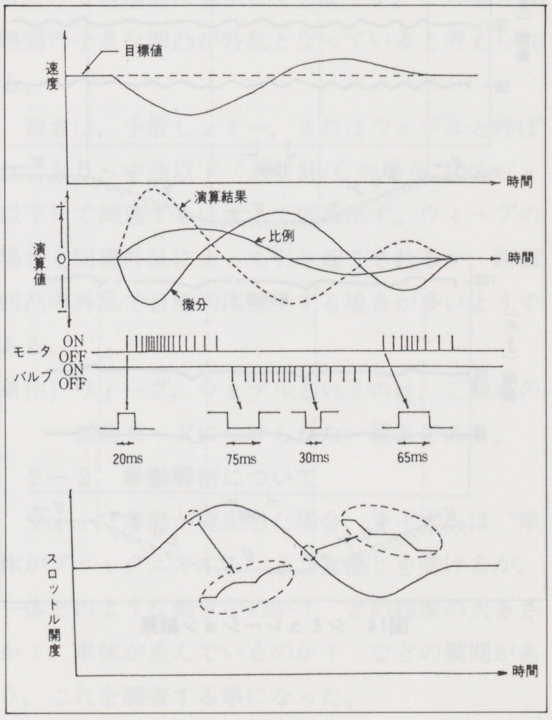


図12　全体動作例

3－6　シャーシシミュレーション

前述の通り，制御パラメータの決定をはじめとして，他の様々な仕様決定を容易にしたシャーシシミュレーションシステムを**図13**に，そのシミュレーション結果を**図14**に示す。

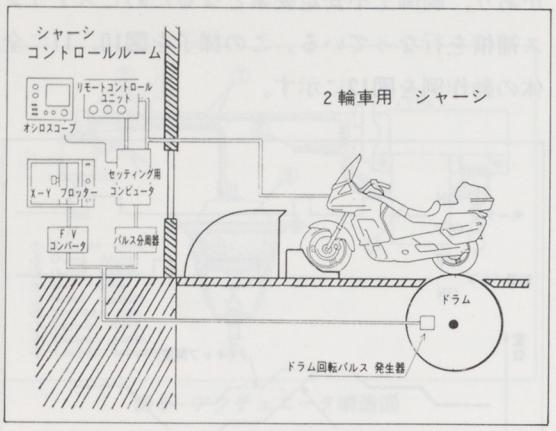


図13　シャーシシミュレーションシステム

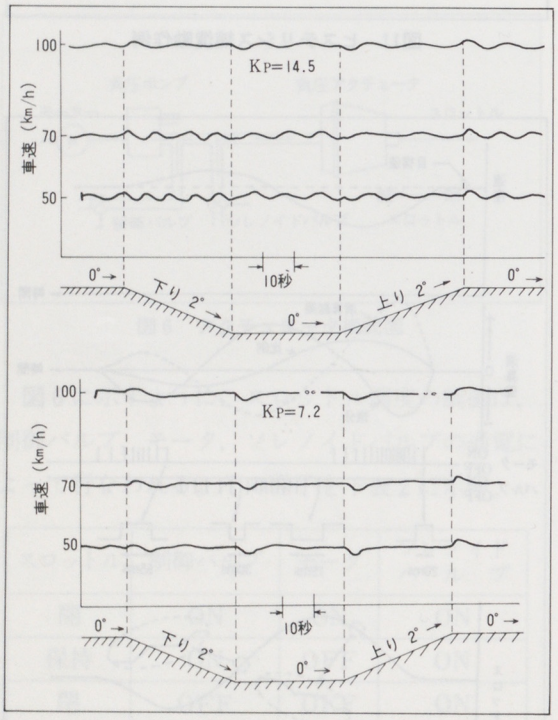


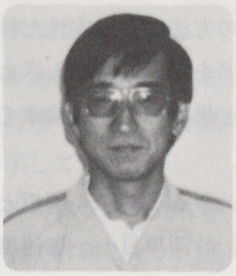
図14　シミュレーション結果

4．おわりに

はじめのところでも述べたように，本文では，ヤマハのクルーズコントロール装置の基本的な内容の説明を試みた。説明不足の点もあったと考えるが，何かの役に立てば，幸いである。

最後に，この誌面を借りて"VENTURE CRUISE"開発にあたり，多大な協力を頂いたM／C事業部第3技術部ＸＶＺ開発プロジェクトの方々に感謝致します。

二輪車の操安性について



第3技術部 技術32課 鈴木雅美

1．まえがき

「操安性」には，内容的に「操縦性」と「安定性」という二つの意味がある。

「操縦性」とは，さまざまな走行条件における取り廻し易さ，走行ライン取りのし易さなどを言うもので，M/C自身の特性と，ライダー側の乗り方，技量，好みなどが絡みあい，巾広く，深い意味を持っている。

「安定性」は，高速での直進走行，コーナリング走行や，中速～低速での手放し時の「振れ」など，異常挙動の発生し易さ，収束性の良否などを言う。

両者ともライダーの快適性，安全性などの面から，商品性の重要なポイントの一つとなっている。

ここでは，実験により行なった安定性に関する挙動解析，安定性レベルの定量把握，操縦性の定量把握などの試みについて述べる。

2．安定性と，その挙動解析

2－1　安定性とは

近年の市場及び商品開発時に安定性に関して問題とされる項目には二種類がある。それは，

(1)高速直進走行時や高速コーナリング走行時での1～4Hz程度のゆっくりした車全体の振れ。

(2)中速～低速走行での手放し状態で発性する6～10Hz程度の，激しいハンドル振れ，である。

前者は，ウィーブと呼ばれており，車速が上がるに従って，その減衰性は悪化し，振れ易くなる。また，その挙動周波数は一般に高速になるに従って高くなる傾向がある。また，この振れは，何らかの〝外乱〟により引き起こされる。外乱とは，例えば，横風，路面の凹凸，ライダーの動き，パワーON/OFFetc，が考えられる。

安定性レベルの低いM/Cでは，ただ直進しているだけで自励的に発生してしまうが，この場合は，路面の小さな凹凸が外乱となっていると考えられる。

後者は，手放しシミー，またはウォブルと呼ばれており，中速以下（大型M/Cの場合，100km/h以下）で減速するに従って振れ出す。ウィーブの場合と同様外乱によって引き起こされるが，路面凹凸の外乱で自励的に発生する場合が多いようである。

※注）ウィーブ，ウォブルというのは，二輪車の振動モードにつけられた一般名である。

2－2　挙動解析について

ウィーブ挙動が発生した場合，ライダーは〝車体がグニャグニャする〟ような感じを受けるが，一体どのような動きなのか？　どの程度の大きさか？　車体が歪んでいるのか？　などの疑問があり，これを調査する事になった。

〈方法の設明〉

車体全体の動きを把握するために，モーダル解

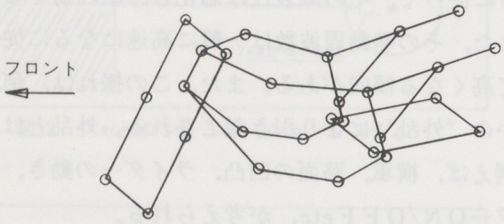
析機を用いて，実走挙動をアニメーションにする方法を採った。

この方法は，操安性だけではなく，振動現象のモードを実機運転から求めるもので，一般的に使えると思うので，二輪車での測定を例にして紹介する。

（いわゆるモーダル解析とは異なる）

ア）計測項目……加速度

イ）計測点……下図のように，M/Cの形が表現できる程度の点数×各3方向（前後，左右，上下）



ウ）基準点……そのモードで最も確実に動いている点を1ヶ所決める。

代表的な場所，数ポイントの加速度を測定し，周波数分析し，（図1）のようなウィーブ周波数でのパワースペクトラム成分の大きい点を選ぶようにする。

今回の一連のテストでは全て，「後輪軸・左右方向加速度」とした。

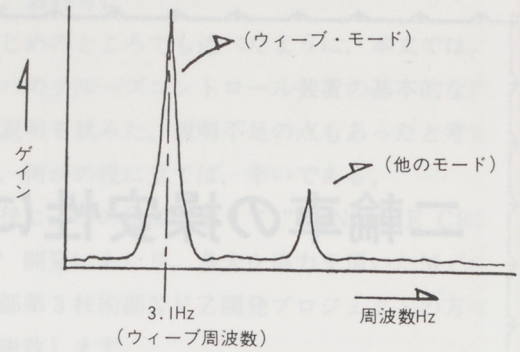
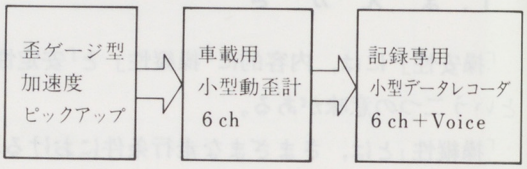


図1　パワースペクトラム（例）

エ）計測方法



1 ch……基準点（毎回測定）
2～6 ch……各測定点

オ）走行……ヤマハコースまたは，日本自動車研究所（ＪＡＲｉ），高速周回路

ストレート……「直進」または「大きなスラローム」
コーナー……バンクに乗らない「インベタ走行」
（ＪＡＲｉのみ）

※データ分析時間の必要性から，一つのテストは少なくとも15秒以上は一定走行する。

※ライダー側からは，特別な外乱は加えず，自励的挙動を計測した。

カ）解析方法……各測定点×3方向のデータの，基準点に対する伝達関数を求め，問題としているウィーブ周波数での「ゲイン」と「位相差」を順次求める。

これをモーダル解析機（H

P5423A）に入力して，全体をアニメーションとして組み上げる。

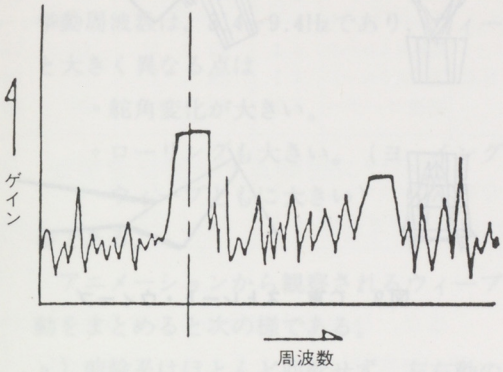


図2　伝達関数（例）

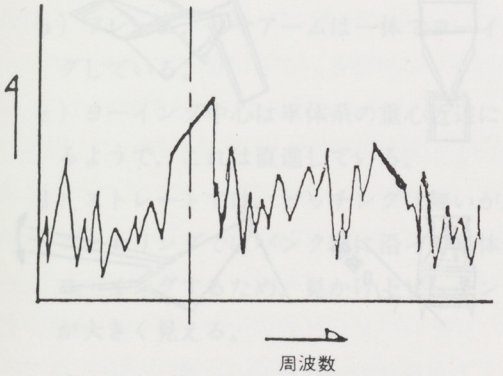


図3　位　相（例）

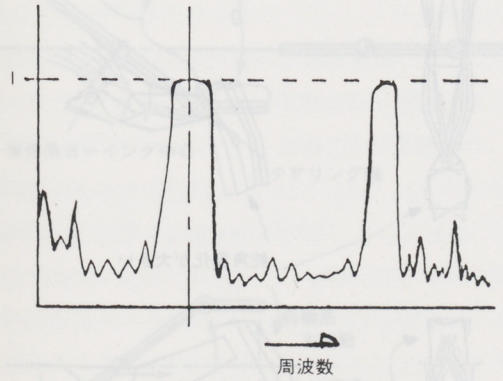


図4　コヒーレンス（例）

2－3　解析結果（中～大排気量3モデルA，B，C車のデータから）

(1)ウィーブ挙動の様子について

（図5）～（図10）に高速ストレート走行，高速コーナリング走行時のウィーブ挙動のアニメーション表示を示してある。

高速安定性レベルが比較的悪いA車とBおよび良いCの3車種で計測したが，アニメーションを観察する限りでは良く似た挙動である。

今回のテストでは，3車種とも自励的挙動に着目している。その為，安定性レベルの良いCではライダーはウィーブ挙動の発生は認知していない。

従って，いわゆる安定性の良いM／Cであっても，ライダーがその振れの大きさを感じないだけであり，計測器レベルでは十分感知できるだけのウィーブ・モードは持っているという事である。そしてその挙動の様子はほぼ同じであると言える。

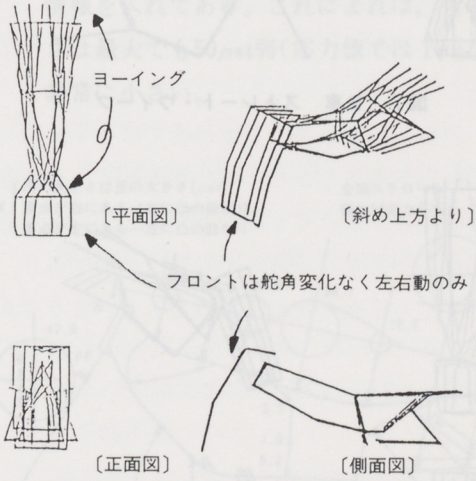


図5　A車　ストレート・ウィーブ

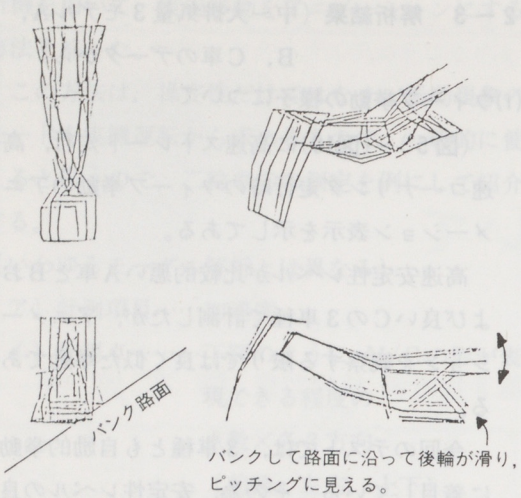


図6　A車　コーナリング・ウィーブ

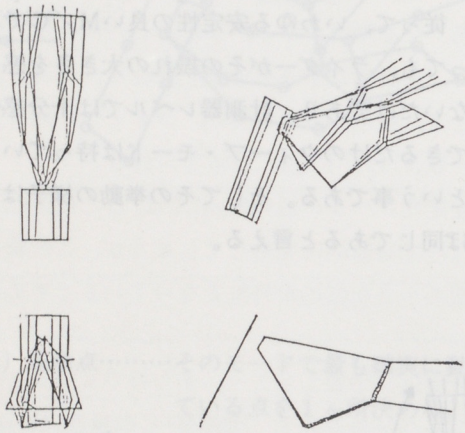


図7　B車　ストレート・ウィーブ

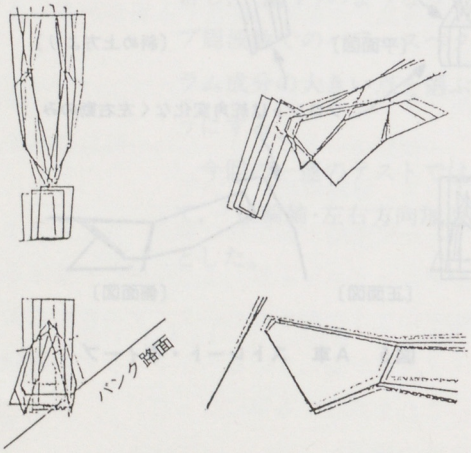


図8　B車　コーナリング・ウィーブ

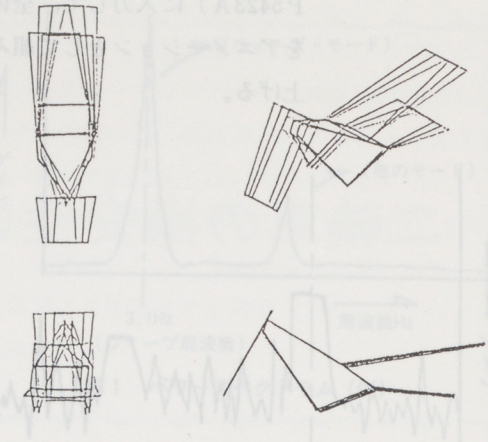


図9　C車　ストレート・ウィーブ

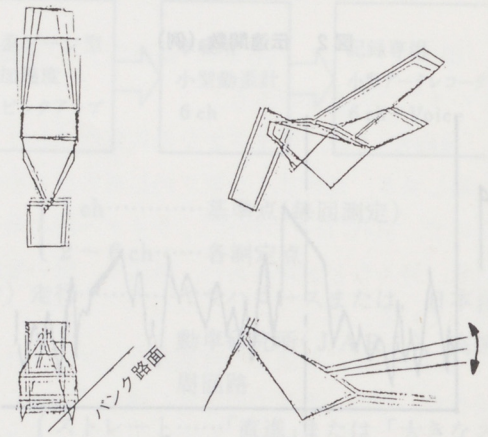


図10　C車　コーナリング・ウィーブ

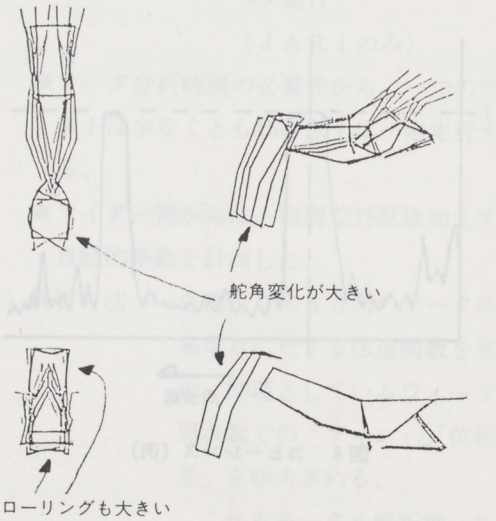


図11　A車　手放しシミー（参考）

手放しシミーのデータもあるので，参考として示す。

直線路で，80km/nから手放し減速している時の挙動である。

挙動周波数は，8.4～9.4Hzであり，ウィーブと大きく異なる点は

- 舵角変化が大きい。
- ローリングも大きい。（ヨーイングはウィーブともに大きい）

事である。

アニメーションから観察されるウィーブ挙動をまとめると次の様である。

a）前輪系はほとんど回転せず，左右動のみである。(但し，車体系がヨーイングしているので舵角変化はある。)

b）フレーム，リヤアームは一体でヨーイングしている。

c）ヨーイング中心は車体系の重心近辺にあるようで，これは直進している。

d）ストレートでは，ピッチングは無いが，コーナリングではバンク面に沿って車体がヨーイングするため，見かけ上ピッチングが大きく見える。

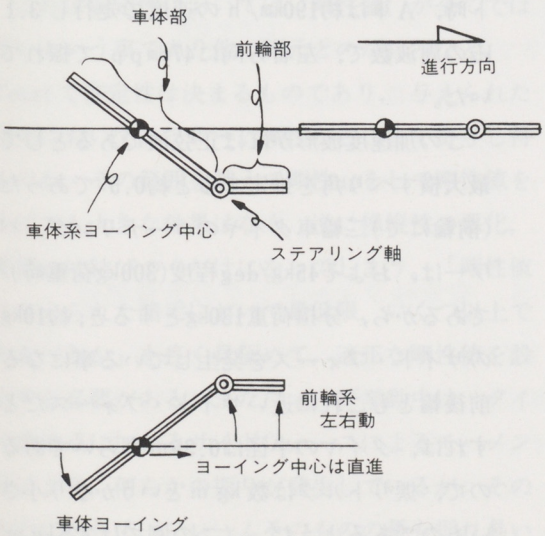


図12

(2)挙動周波数について

一般にウィーブ，モードの周波数は，1～4Hz近辺と言われている。今回，計測した3機種では，およそ3～4Hzの範囲にあった。また，それは車速とともに高くなる傾向がある。

コーナリング走行では負荷条件が異なってくる為か，ストレートと比較して同車速でもウィーブ周波数は低い。

(3)車体の歪みについて

当初ライダーからは「車体がグニャグニャする」とか「車体が捩れる」というような乗車感があると表現されていた。

しかし，前述のアニメーションからも，ウィーブ挙動の大きさに比して，ほとんどフレーム変形は無視できるレベルである事がわかる。

また実際にA車とD車で，ウィーブ挙動が大きく発生している実走行時の車体の歪モードを計測した結果を（図13）と（図14）に示す。

この図には歪の大きさと各点での位相差の情報を入れてある。これによれば，歪の大きさは最大でも50μst弱(応力値では1kg/mm²)と，非常に小さい。

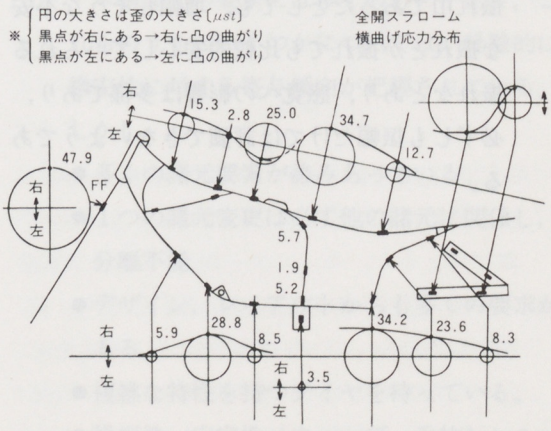


図13　A車

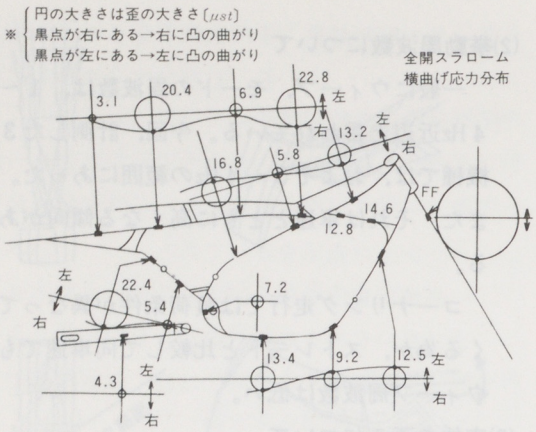


図14　D車

結局，ライダーの感じるウィーブ挙動は，歪みではなく，剛体運動と考えて良い。

ただし，小さいながらもフレーム，リヤアームの歪み程度（剛性）は，全体の挙動の減衰性に重要な効果を与えている。

(4)「振れ」の大きさについて

（**表1**）に各機種，各走行状態，車体各部の振れによる変位置(mmp-p)の一覧を示す。

振れの大きなものでは，50mm以上にもなっている。また，安定性レベルの高いC車では，ライダーはウィーブ挙動を認知していないが，その時の後輪軸変位は9～11mmであり，この程度の振れはフィーリング上問題無さそうである。

但し，人間の感じ方は単純ではなく，同じ振れ巾であったとしても，増幅しそうな不安な振れとか振れても比較的安心していられる振れなどあり，感覚への影響は多様であり，必ずしも振幅だけでは評価できないようである。

表1　(単位：mm)

モデル	走行方法	周波数Hz	後輪軸	シートレール先端	ハンドルクラウン	前輪軸
A車	高速ストレート	3.3	12	12	11	11
	高速スラローム	3.1	54	56	48	47
	高速コーナー	2.9	31	31	26	25
B車	高速ストレート	4.1	22	21	18	18
	高速スラローム	4.1	28	27	23	23
	高速コーナー	3.7	32	31	28	26
C車	高速ストレート	4.1	9	11	8	8
	高速スラローム	4.1	9	10	8	8
	高速コーナー	4.1	11	13	9	10

また，後輪軸や前輪軸における数＋mmオーダーの変位は何によるものかを考えると，多分，タイヤの横すべりであろうと想像できる。

(5)タイヤ接地点に働く外力の大きさについて

バンク角が小さい時は，タイヤは「すべる，スリップする」ことによってサイドフォース（コーナリング・フォース）を発生し，M／Cを大地につなぎとめようとする。

今回計測したモードを見ると，ヨーイングによる横移動に対して，ローリングは非常に小さい。従ってキャンバ・スラストによるサイド・フォースの成分は小さいと仮定して，A車の接地点に働く力を推定してみる。テスト時，A車は約190km/hの速度で走行し3.1Hzの周波数で，左右方向に47mm p-p で振れていた。

この加速度波形がほぼ正弦波であるとして，最大横すべり角を推定すると約0.5°であった。(前輪にて)二輪車タイヤのコーナリング・パワーは，およそ45kg/deg程度(300kg荷重時)であるから，分担荷重130kgとすると，約10kgのサイド・フォースを発生している事になる。前後輪ともこれに近いサイド・フォースだとすれば，タイヤの半径は0.35mぐらいであるので，捩りトルクは数kg mというかなり小さいものであるようだ。（この例では3.5kg m）

※技術22課静荷重Grにて，前述したD車の歪

モード・データを用いて，台上振り剛生試験を行った。この結果，実走の歪み値を再現するのに必要なトルク値は，2.5～5.0kgmであったようであり，上記のタイヤにより発生しているサイドフォースと対応がとれている。

3．安定性に寄与する要因について

安定性に対して，特に大きな影響を与える要因としては，

○タイヤ
○車輌諸元
○剛性　　などがある。

3－1　剛性について

安定性と言えば，どうしても触れなければならないのが「剛性」の問題である。剛性は安定性に対し，大きな影響を持つ事は明らかである。

一般的には，剛性を上げる方が安定性に効果があると言われており，実際，剛性upで対処してきた例が多い。但し，絶対値的にいくつあれば良いかは定かではない。　例えば，フレーム剛性が大型車平均の2倍以上と非常に高いにもかかわらず，市場で問題とされたB車の例もある。

これは安定性においては〝剛性値〟が全てではないという事であり他の諸元とのからみなど，Totalで安定性は決まるものであり，与えられた諸元において，フレーム剛性がどこまで寄与し得るのか，その範囲を越えて剛性upをして剛性値を上げても大きな効果はなく，逆に操縦性の悪化，重量upに結びつくだけになってしまう。「剛性値は与えられた諸元において最低限，いくつ以上であるべきか」を良く見極めて，適正な剛性値を設定する必要がある。またウィーブ挙動中は，タイヤ接地点に加わるサイドフォースによるモーメントにより，何らかの振りが発生しているが，その入力に対して，フレームそのものの最も振れ易い中心軸がどこにあるかは，影響大と思われる。振り中心軸が異なれば，剛性値も同じスケールでは評価できないからである。

3－2　タイヤについて

タイヤは安定性への寄与率が最も大きく，重要であり，実際の商品開発においても大きなウェートを占めている。

タイヤコーナリングフォース，横剛性etcのいわゆるタイヤ特性と，M／C諸元とのマッチング，前後輪のバランスなどが，ダイレクトに車輌性能に影響する。安定性（ウィーブ，手放しシミー）と操縦性の三方がらみで満足させる必要があり，現状，開発者の勘と経験に依る所が大であり，定量的把握が必要であり，また，難しい部門でもある。

3－3　車輌諸元について

(1) 安定性に大きな影響を与えるのは，「タイヤ」，「車輌諸元」，「剛性」だと述べた。このうち，安定性に対する〝素性の良さ〟を創り出すのは「車輌諸元」であろう。

ここで言う〝素性の良さ〟とは，タイヤ特性の変化に鈍感な，すなわち，タイヤを選ばない。それでいて安定性が良いモデルの事である。（車体の剛性は素性に含むか，否かの中間であろうか？）設計する場合も，この車輌諸元をどのようにすれば安定性が良くなるかがポイントになる。

車輌諸元の要素には多くのものがあり，これらのうちのいくつかについては，経験的に，操安性に対する寄与傾向が把握されている。しかし，

- 多くの諸元要素が絡みあっている。
- 1つの諸元変更は必ず他の諸元に関係し，分離不能
- デザイン，レイアウトからも多くの要求がある。
- 複雑な特性を持つタイヤを持っている。
- 操縦性，安定性（ウィーブ，手放しシミー）を満足させねばならない。

など，実際の開発時には多くの問題が絡んでおり，一筋縄の設計とはなりにくく，試作車による作り込みに比重がかけられることになる。

車輌諸元と安定性の関係についてのノウハウ・レベルを上げる為に，過去のモデルで，素性の良い，悪いモデルを詳しく調査し，傾向的なものを把握する試みも行なっている。

(2) ここで，1例だけ諸元を変更して，比較的良い結果を得たテストを紹介する。

このテストから，従来，常識的には良いとされている方向とは，全く逆に大きく変更した領域でも，良いレベルが得られる可能性が示唆されている点で興味深いと思う。

これは，D車の前輪廻り機構を下図の様に変更したものである。

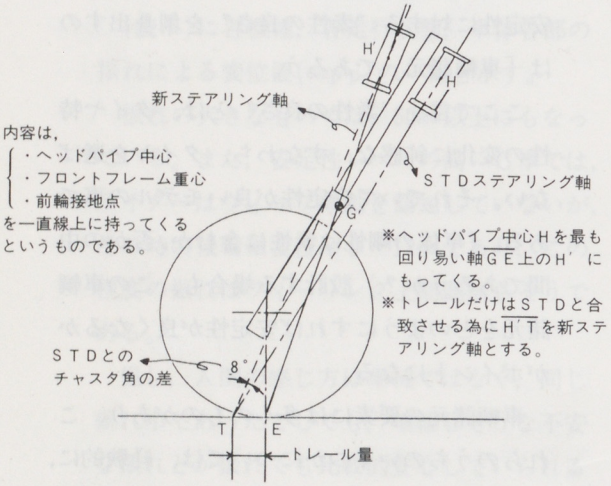


図15

この変更を行う事により，キャスター角は生産仕様に比較して8°立っている。従来の常識で考えると，キャスター角は，1～2°程度で非常に敏感に操安性が変わる。しかも，高速安定性はキャスター角を立てると悪くなるという事であるので，常識的には，悪くなる方向に大きく変更していることになる。しかし，高速直進安定性に関する限り，非常に良いレベルになった。実験部門の熟練ライダー4名に試乗してもらった結果を次の表に示しておく。

表2　D車—改　試乗結果

ライダー	高速直進安定性	コーナリング，その他
a	○OK・(全く問題無し)	○素直なハンドリング特性 ○生産車と全く異なった方向性の味がある。 △RZ特有の俊敏さに欠け，4～的感覚 ×極低速(パドック内)でのフラツキ
b	○OK・(STDに対し，0.7～0.8ポイントUP)(5点法) ○フロントに落着き，接地感	×あて舵強い(切れ込み) ×コーナリング中のハンドル振れ（接地感あり，恐くないが) ×S字，第1コーナーでステアリングが鋭く振れる
c	○OK・(全く気にならない)	○割合良いレベルのコーナリング特性 ○〝RZがこうも変わったか〟という感じ，特性異なる。 ×RZに比べ重い。切り返しの俊敏さに欠ける。 ×前輪バネ下が重い。
d	○OK・(振っても振れない)	○ホイールベースの長い車が16インチをはいた感じ。(実際は　同じ　18インチ) ×切り返し時，身体でねじ込む力が必要

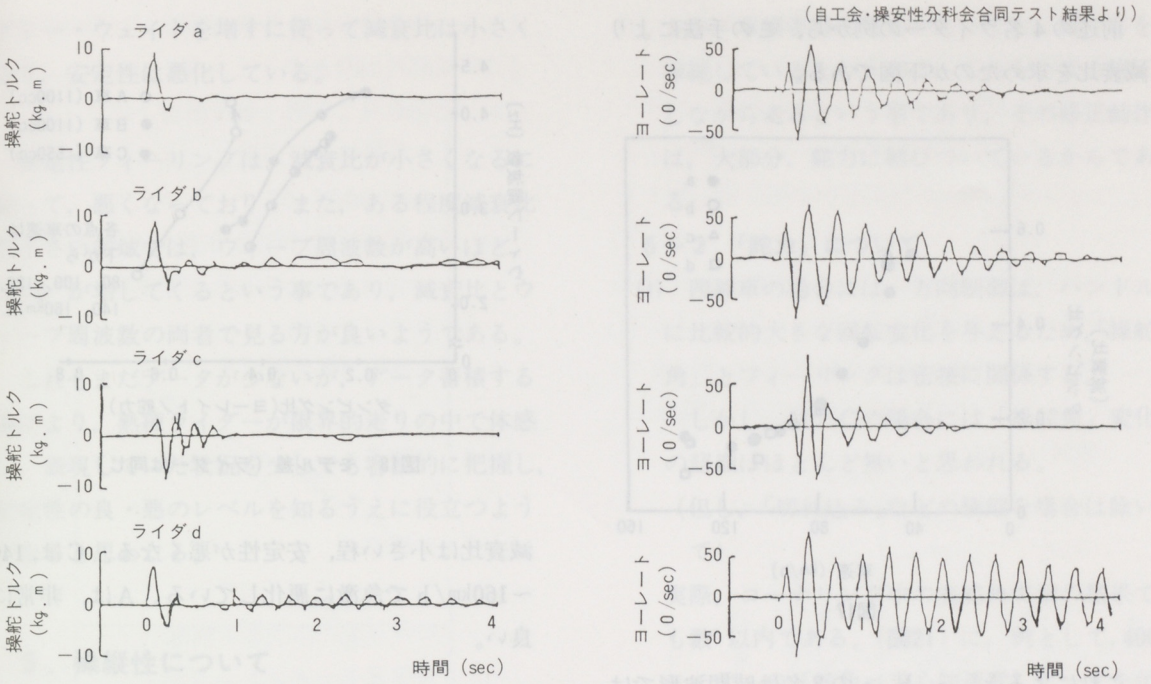
この件に関してはN＝1であり，まだ良くはわからないが，安定性に対する諸元についてのヒントがあるように思われる。

4．安定性フィーリングの定量把握

M／Cの安定性レベルを正しく評価するのは重要な事である。しかし，一口に高速安定性と言っても，その内容は，

(i)高速走行時の自励振動の発生し易さ，その大きさ。

(ii)直進・コーナリング時のギャップなど，外乱



(自工会・操安性分科会合同テスト結果より)

図16　直進安定性実験における波形例
(ライダの差異の影響，A車，V＝140km/h)
(自工会，操安性分科会合同テスト結果より)

を受けた場合の〝振れ〟の収束性。

などあり，また同じ〝振れ〟の程度であっても，ライダーの感じる〝接地感〟など，恐さのレベルも異なるなど把みにくい。

また，M/Cでは〔車体＋ライダー〕系として走行するのであるが，このライダー側の要素として，

(a)ライダーの体格（重心位置，重量，減衰などの振動特性）

(b)ライダーからM/Cへの無意識の入力（操舵トルクなど）。

などがあり，ウィーブ挙動に大きく影響する。

4－1　パルス法による把握

安定性レベルを，例えば，ヨーレイトなどを用いて測定し，その大きさで評価しようとした場合，前述したライダー側の要素が大きく影響し，その結果としてのM／C挙動を計測しているわけで，真のM／C特性を捉えている事にはならない。

例えば，ライダー側要素(a)，(b)によって，どの程度〝振れ〟の状態が変わるかを示したのが，(**図16**)である。これは，4名のライダーが，同一のM／Cで，同じ車速で走行した時の操舵トルク(外乱)とヨーレイトの時間波形である。ヨーレイト（車体の振れの程度）の，収束具合がライダーにより，大きく異なっているのがわかる。操舵トルク波形が続いている場合も，決してライダーが故意に振らしているわけではなく，ライダーの持っている癖や，身体の委ね方など，人の差異が，ごく自然に走行している中であらわれてきたものである。

これが，〝(b)……ライダーからM/Cへの無意識への入力〟である。従って，この成分を補正してやる必要がある。

そのために行なわれる手法として，〝パルス法による計測→伝達関数を求める→減衰比を算出〟がある。外乱に対する収束性のデータを用いて，テスト毎に異なる外乱状況を補正しながら一つのスケールで安定性を評価しようとするものである。

前述の4名ライダーの例から，この手法により減衰比を求めたのが下図である。

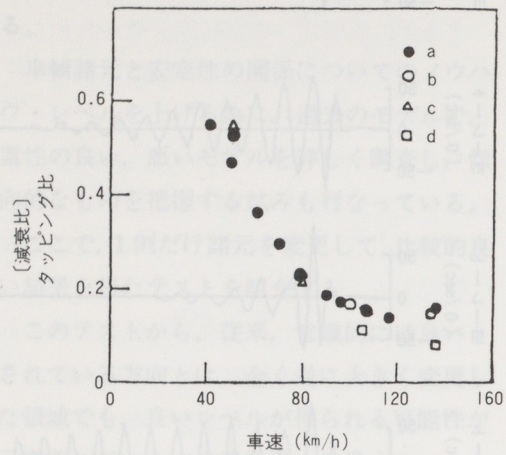


図17

これによると，a，b，cの3名は時間波形では収束具合が異なっているものの，ほぼ同等レベルになる。但し，dは，他の3名と比べまだ若干ずれている。これは，ライダー側要素〝(a)ライダーの振動特性の違い〟により，〔車体＋ライダー系〕特性が大きく異なっているためと考えられる。この「ライダーの振動特性」については，現在，自工会，操安性分科会のＪＡＲｉ委託研究の中で行なわれているのが，その計測方法など難しく，まだ研究の緒についたばかりである。

4－2　実際の計測例

安定性レベル，およびフィーリングを定量把握する目的で行なったテスト結果を（図18）～（図20）に示す。

パルス法によるテストから〔ヨーレイト／操舵トルク〕伝達関数の減衰比を求めて，そのウィーブ周波数に対してまとめたものである。

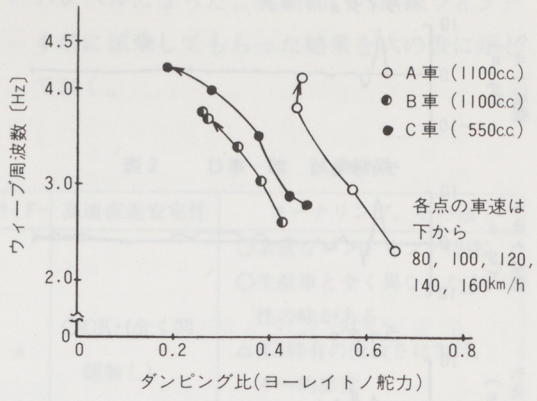


図18　モデル差（ライダーは同じ）

減衰比は小さい程，安定性が悪くなる。Cは，140～160km/hで急激に悪化している。Aは，非常に良い。

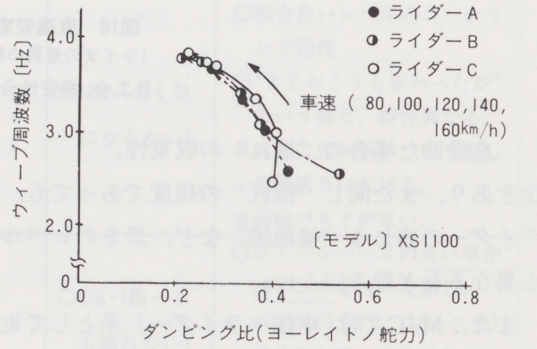


図19　ライダー差（車両は同じ）

低速では多少，ばらついているが，高速では，ほとんど一致している。

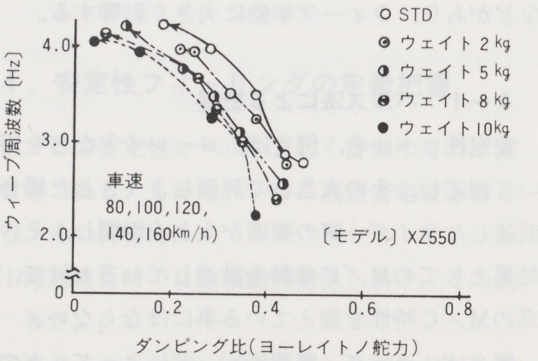


図20　ダミー・ウェイトの差

ダミー・ウェイトを増すに従って減衰比は小さくなり，安定性は悪化している。

安定性フィーリングは，減衰比が小さくなるに従って，悪くなっており，また，ある程度減衰比の小さい領域では，ウィーブ周波数が高いほど，〝恐さ〟が増してくるという事であり，減衰比とウィーブ周波数の両者で見る方が良いようである。

これもまだデータが少ないが，データ蓄積する事により，熟練ライダーが限界的走りの中で体感し，表現していた状況を少しでも客観的に把握し，安定性の良・悪のレベルを知るうえに役立つようになると思われる。

5．操縦性について

5－1　操縦性フィーリングについて

操縦性に関するフィーリングには

- ○重い　○素直
- ○軽い　○オーバーステア
- ○切れ込む　○アンダーステア
- ○立ちが強い　○粘る
- ○倒れ込み易い　○ニュートラル　etc.

など，多くの表現がある。

中には初心者でもちょっと乗っただけで感じられるものから，熟練したライダーが限界的走りをした時にのみ感じられるものまで多岐にわたっている。

これらのフィーリング表現から推定すると，ライダーは，

- ○舵力
- ○走行ライン
- ○ロールのしかた

によって，M／Cの特性を感じ取っているようである。

※技術32課，操安開発担当者によれば，この中でも，特に「舵力」との結びつきが強いという事である。その理由としては，走行ラインとか，車輌姿勢の異常があっても，M／Cを操縦しているという事は，これらを常に修正しながら走るという事であり，その修正動作は，大部分，舵力に結びついているからである。

5－2　「舵力」について

(1)　四輪車の場合には，方向制御は，ハンドルに比較的大きな回転変化を与えるため，「操舵角」とフィーリングは密接に関係する。

しかし，M／Cの場合には「操舵角」変化の認識はほとんど無いと思われる。

（但し，「切れ込み」などの極端な場合は除いて）

実際，コーナリング中の実舵角実測の結果でも数°以内である。（図21）に，例として，400 ccモデルの〔舵角＝求心加速度〕データを示す。

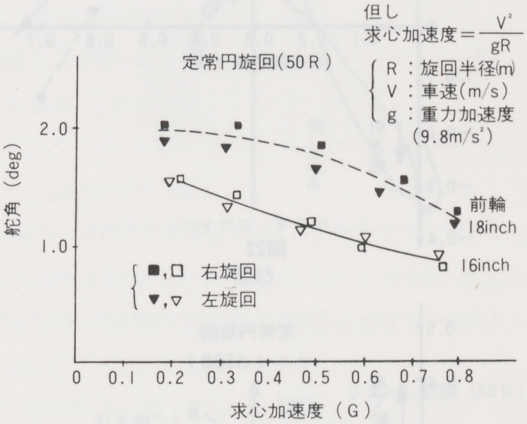


図21

ライダーは旋回走行に入る時など，身体の動きも大きく，2～3°のハンドルの切れ角はほとんど認識できないであろう。従って，常にライダーが感じるのは操舵力という事になる。

(2)　ここで，舵力の意味について考える。M/Cを旋回させるのに必要な「舵力」は一般的にはステアリング軸に加わるトルク，すなわち

保舵モーメント（kg m）で表わされる。
（操舵トルク）
そして，これは

○あて舵……旋回方向と反対側に回すトルク
○引き舵……旋回方向と同じ側に回すトルク

に分けられ，M／Cでは「あて舵」が普通で，車速（求心加速度）の上昇とともに「あて舵」が弱くなる方向に移る傾向がある。例として，A，B，Cでの定常円旋回試験結果を（図22），（図23）に示す。

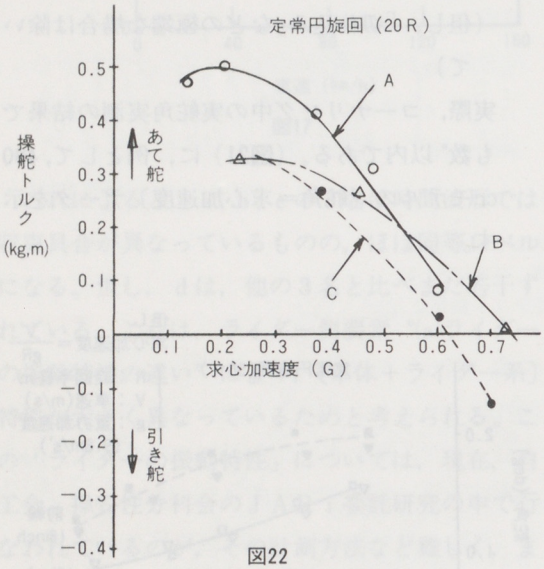


図22

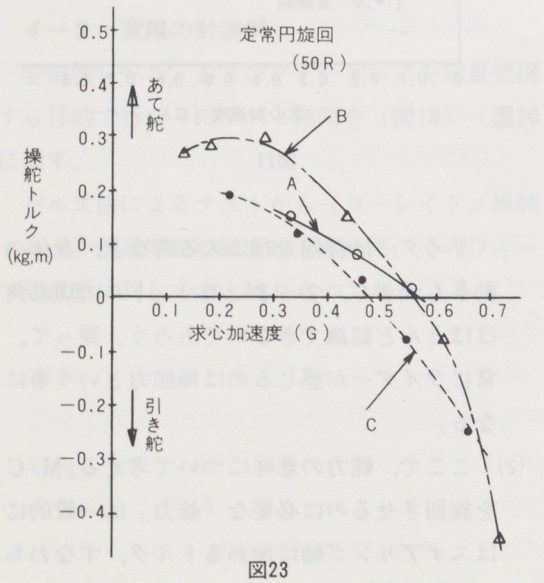


図23

上図で見られる各車の操舵トルクの相違は，車輌諸元，例えば

○重量（車輌，操舵系）
○前後輪分担荷重
○ホイルベース
○重心位置（前後，左右，上下位置）
（車体系，操舵系）
○タイヤ半径
○キャスター角
○トレール量
○慣性モーメント（前輪車軸まわり）

etc　および

タイヤ特性

○コーナリングパワー
○キャンバスラスト係数
○復元モーメント
○キャンバトルク係数
○ころがり抵抗係数

などの違いによる差である。

〔1〕
※　M／Cの保舵モーメントの成分

M1：前輪のジャイロ・モーメント（引き舵側に働く）
M2：操舵系重心点に作用する力によるモーメント
M3：サイドフォースと前輪荷重反力によるモーメント（低速であて舵，高速では引き舵側に働く）
M4：ころがり低抗によるモーメント
M5：セルファライニングトルク（あて舵側に働く）

結果，保舵モーメントM＝M1＋M2＋M3＋M4＋M5となり，それぞれの成分の組み合わせにより，車輌毎に異なった操舵力特性となり，これにより，ライダーのフィーリングが異なり，また，それぞれの車輌の〝味〟となる。

(3) 前図は（車輌諸元＋タイヤ特性）の差であり，車速の上昇により「あて舵」から「引き舵」方向へ変化するというごく一般的な傾向を示している。

ここで，もう一つ，同一車輌であっても（タイヤ特性）の変化だけで，いかにその〝味〟が変わってしまうかという例を示す。

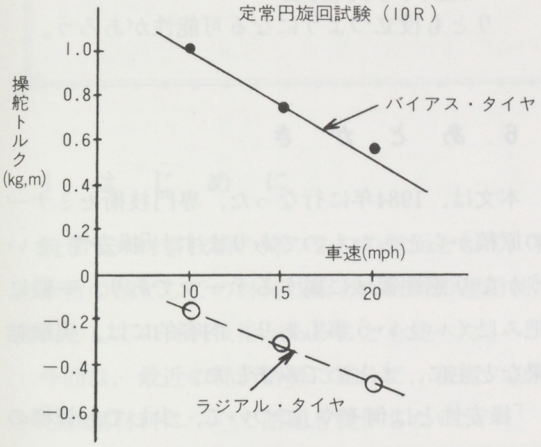


図24

（図24）は，E車により，前，後輪タイヤを「バイヤス」と「ラジアル」の2仕様で比較テストした結果である。

これによれば，「バイアス」では，一般的傾向であるが，この「ラジアル」の例では極低速域から既に「引き舵」という大きな差がある。定常円旋回だけでなく，一般走行時の過渡フィーリングにも，大きな違いがあった。

5－3　リサージュ図形による操縦特性の把握

(1) 操縦性における仕様差を表現する場合データのまとめ方としては，前述のように「操舵力特性」「操舵角特性」を車速または，求心加速度に対して把握する方法があるが，

○過渡現象が表現しにくい。
○M／Cは四輪に比べて動きが複雑であり，1つの物理量だけでは把握しにくい。

などの不満が残る。

(2) それで，情報を2物理量に増やし，視覚的に動きをとらえられるようにするため，リサージュ図形を描いて，フィーリングと突き合わせてみたので紹介する。

M／Cの特性を計測する場合，一般的には，操舵トルク，舵角，ヨーレイト，ロールレイト，加速度などに着目するので，組み合わせとしては多くあるが，ここでは最もM／Cの特徴を表わすと思われる（操舵トルク・ロールレイト）線図を示す。

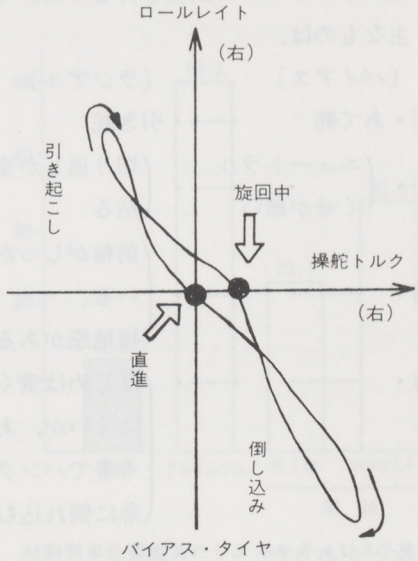


図25

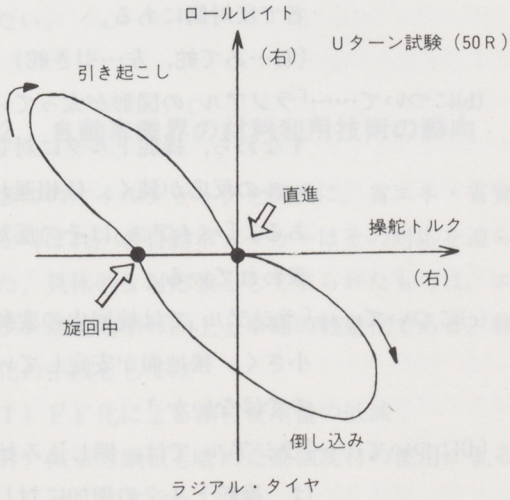


図26

（図25），（図26）は，〝直進→50Rの半円→直進〟の走行をするUターン試験についての前述のバイアス，ラジアル両タイヤについての処理結果である。リサージュ図形には，はっきりと差があらわれているのがわかる。

(3) さて，この図形が操縦フィーリングをうまく表現しているか？　相関があるか？　が問題である。

それを調べるために，実験部門の熟練ライダー（13名）に両仕様で試乗してもらい，操縦フィーリングの調査を行なった。その結果，主なものは，

	〔バイアス〕		〔ラジアル〕
(a)	・あて舵	⟷	・引き舵
(b)	・ニュートラル くせが無い	⟷	・切り返しが重い 粘る
(c)	・――	⟷	・前輪がしっかりしている。接地感がある。
(d)	・――	⟷	・はじめは重くて倒しにくいが，あるところまでバンクすると，急に倒れ込む。

などがあった。

図とフィーリング表現を見比べると，

(a)について……図では旋回中の操舵トルクが両者で反対側にある。
（右…あて舵，左…引き舵）

(b)について……「ラジアル」の図形が太っている。すなわち，操舵トルクに対しロールの反応が鈍く，位相遅れがある。「バイアス」はその反対が表われている。

(c)について……「ラジアル」では旋回中の変動が小さく，接地面が安定しているのではないか？

(d)について……「ラジアル」では，倒し込み始めは，操舵トルクの増加に対し，ロールレイトの増加が鈍いが，あるところから急激にロールレイトが増えてくる。

など，ある程度，相関性が読み取れると思われる。

まだ，データ不足であるが，仕様毎の特徴がパターン化され認識できるようになれば，操縦性開発時の「味付け」などにも，多少なりとも役立つようになる可能性があろう。

6．あとがき

本文は，1984年に行なった，専門技術セミナーの原稿からとったものであります。「操安性」というかなり感性領域に属するテーマであり，一般に把みにくいという事もあり，内容的には，実験結果など主に，まとめてみました。

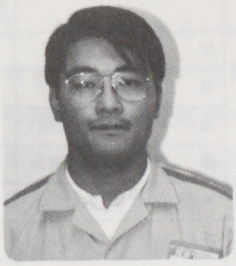
「操安性とは何ぞや」について，少しでも皆様の御参考となれば幸いです。

※参考文献

〔1〕日本機械学会論文集（第1部）
43巻367号（昭52－3）
「定常旋回における二輪車の保だモーメント」
傳　啓　泰

材料技術における最近の話題（II）

——鉄鋼材料編——



第一研究部 材料研究課 平口與志継

1．はじめに

前号で，材料技術の持つ2つの側面として，技術革新の核としての材料技術と，材料の運用利用技術としての材料技術があることを述べた[1]。

今回は，最近の経済情勢に鑑みて，後者の立場から鉄鋼材料について話題を提供したい。

表1は，材料の強度を尺度として軸方向同一強度の価格を比較したものである。（材料の強度は通常「引張り強さ」で表わされ，引張り負荷を受けている材料が引き裂かれることなしに耐え得る最大応力のことで，単位断面積当りの力(kg/mm²)で示される。）この表から，他材料に比べ鉄鋼材料の強度コスト上の優位性が明らかである。セメントや材料も安価であるが，強度が低いため体積が大きくならざるを得ず，セメントの場合は重量もかなり増えることになる。ガラス繊維は最も安価ではあるが，そのままでは構造材料としては使えず，GFRPの形にする必要があり，その結果，高価な材料となってしまう。

もちろん，材料は，強さだけで使用されるものではなく，耐食性，耐熱性あるいは軽量性など，多様な機能を要求されて使われるものであるから，多面的な比較の必要が有ることは言うまでもない。いずれにしても，ユーザーとしては，安価な材料を有効利用するに越したことはない。**図1**に材料の製造エネルギーコストを示してあるが，これからも鋼材の経済性が理解される。以下に，鉄鋼材料について有効で経済的な利用技術について紹介したい。

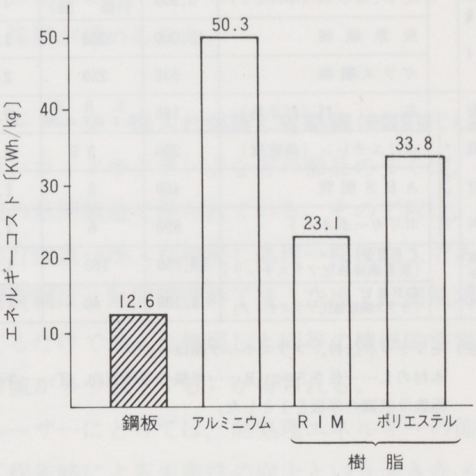


図1　材料別単位重量あたりエネルギーコスト比較

2．自動車業界の材料利用技術の動向

2つのオイルショックを契機に，省エネ・省資源が叫ばれ，各自動車メーカーはその対応を迫られた。具体的な対応策として取られたものは，エンジン燃焼効率の向上と車輛の軽量化である。軽量化の手段としては

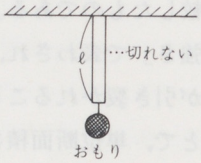
I）FF化による鋼材使用量の低減

II）高張力鋼板も含めた高強度材の使用によるゲージダウン

表1　軸方向同一強度における経済性

			重量当り価格（円／kg）	強度（kg／mm）	密度（kg／ℓ）	比強度（10.6mm）	比強度換算価格（重量当り価格÷比強度）（円／kg・10.6mm）	軸方向同一強度 価格指数	軸方向同一強度 体積指数	軸方向同一強度 重量指数	備考（価格基準）
金属材料	鉄鋼	厚板（SS41）	91	41	7.9	5.2	18	1	1	1	59.10末建値
		薄板（SPCC）	100	28	7.9	3.5	28	1.56	1.46	1.46	
		薄板（HT45kg）	109	45	7.9	5.7	19	1.06	0.91	0.91	
		棒鋼（19mm異形）	59	41	7.9	5.2	12	0.65	1	1	59.10市況（鉄鋼新聞）
		ステンレス（304）	480	60	7.9	7.6	63	3.50	0.68	0.68	59.10末市況（積算資料2.0mm）
	アルミ	アルミ合金（A5052）	810	28	2.7	10.4	79	4.43	1.46	0.50	59.10市況（日刊金属特報1.0mm）
		〃（A6061）	1,120	30	2.7	11.1	101	5.61	1.46	0.47	
	その他	銅合金	685	25	8.9	2.8	244	13.56	1.64	1.86	59.10市況（日刊金属特報2.0mm）
		チタン合金	8,720	95	4.5	21.1	413	22.94	0.43	0.25	アメリカン・メタルマーケット（チタン協会）
無機材料		セメント（生コン）	5	圧縮（1.8） 引張　0.2	2.3	（0.8） 0.09	（7） 60	圧縮（0.4） 引張 3.33	（22.78） 205.0	（6.50） 57.78	59.10末市況（日経）
		セラミックス（アルミナ）	5,500	圧縮（350） 引張　39）	3.9	（89.7） 10.0	（61） 550	圧縮（3.39） 引張 30.55	（0.12） 1.05	（0.06） 0.52	野村総研
		炭素繊維	13,000	360	1.74	206.9	63	3.5	0.11	0.03	59.10末市況（日経）
		ガラス繊維	532	250	2.5	100.0	5	0.28	0.16	0.05	窯業統計 59.7
有機材料		木材（杉正角）	180	L R T 5.7 0.7 0.26	0.32	L R T 17.8 2.2 0.8	L R T 10 83 223	L R T 0.55 4.60 12.40	L R T 7.19 58.57 157.7	L R T 0.29 2.36 6.50	59.10末市況（日経）
	プラスチック	ポリエチレン（高密度）	290	3 5	0.95	3.2	91	5.05	13.67	1.62	〃
		ABS樹脂	460	5	1.04	4.8	96	5.33	8.20	1.08	〃
		ポリカーボネート	890	6	1.20	5.0	178	9.89	6.83	1.04	〃
複合材料		CFRP（炭素繊維強化プラスチック）	18,750	150	1.6	93.8	200	11.10	0.27	0.06	〃
		GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）	1,138	40	1.8	22.2	51	2.83	1.03	0.23	プラスチック製品統計月報59.7

（注）セラミックは粉，プラスチック類はレジン
木材のL……長さ方向，R……年輪の半径方向，T……年輪の接線方向
指数は鉄鋼の厚板を1とした。



Ⅲ）アルミニウムやプラスチックなどの軽量材の使用

などが行なわれた。この中で，Ⅰ）とⅡ）は，軽量化を目的とした手段であったが，同時に原価の低減にもなり一石二鳥の対策であった。特に，外装パネルを中心として多く用いられた高張力鋼板は，重量軽減能／価格の高いきわめて経済的な材料であり，プラスチックやアルミニウムへ材料転換する場合の様なドラスチックな軽量化は期待できないまでも，鋼板の使用比率（表2）の高い自動車では，相当メリットが出たものと考えられる。二輪車では鋼板の使用比率がきわめて少ないため，単なる置き換えでは軽量化や経済的効果が少なかったが，車体フレーム用の高張力鋼管を開発することでこれらの目的を達成することができた。

又，部品加工面では，

Ⅰ）熱処理の見直し（浸炭焼入れ → 高周波焼入れ）

Ⅱ）冷間鍛造によるチップレス加工化

Ⅲ）省Mo鋼の採用

Ⅳ）快削鋼の採用

などの対策が取られた。これらは全て生産性の向上にもつながるものであり，鋼材の使用比率の高い二輪車メーカーとしては，自動車以上にその効果が期待される。

従って，これから先は鋼材に的を絞って話を進めたい。

表２　自動車原材料の使用比率（重量%）

原材料	鉄鋼材料			アルミニウム	樹脂	その他
	鋼材	鋼板	鋼管			
大型二輪車	21.4	20.8	17.4	18.5	2.9	19.0
乗用車	16.0	59.4	2.3	2.6	3.6	16.1

３．経済性を追求した鋼の利用について

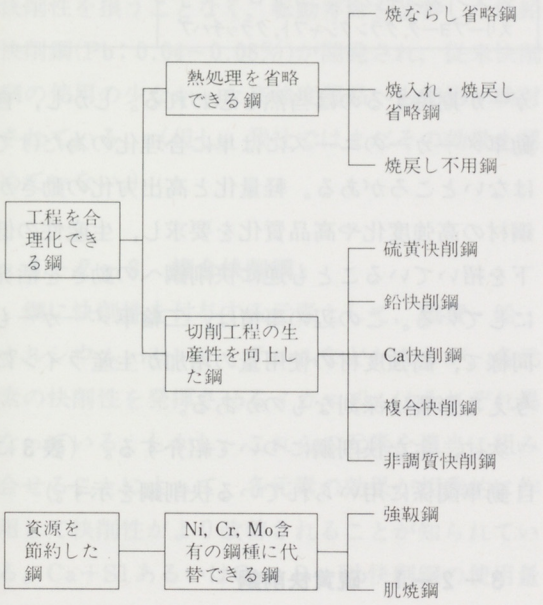


図２　主な経済的鋼種の分類

３－１　熱処理を省略できる鋼の利用

いずれの業種であれ，製造会社にとって製造原価の低減は常に追い続けなければならない課題である。そのために，生産の合理化が常に唱えられ，さまざまな対策が考え出され実行に移されてきている。こうした中で，熱処理工程の省略はエネルギー節減だけでなく工程の省略による生産性の向上にもつながるため，部品の原価低減に対する効果は大きく，各製造会社のニーズはかなり強い。

そのようなニーズに答えて，鉄鋼メーカーが開発した熱処理を省略できる新鋼種の紹介と具体的なメリットについてのべる。

３－１－１　焼ならし省略鋼

通常の鋼は，熱間圧延後一度常温まで冷却され，再び加熱されて焼ならし，焼なましあるいは焼入れ焼戻しといった熱処理を施して所要の性質を与えられる。焼ならし省略鋼は，熱間圧延時の加熱温度と冷却条件を制御することにより，圧延のままで焼ならし処理材と同等の性質を発揮する鋼材である。この鋼材は，鉄鋼メーカー側の省エネ対策として開発された鋼種であるが，ユーザー側のメリットとしては，購入原価の低減がある。例えば，Ｓ45Ｃ焼ならし鋼から，Ｓ45Ｃ焼ならし省略鋼に替えると約７円／kgの原価低減となる。社内でも採用が認められた。

３－１－２　焼入れ焼戻し省略鋼（非調質強じん鋼）

コンロッドやクランクなどの部品の多くは，炭素鋼の熱間鍛造で作られている。その工程は，熱間型打鍛造→焼入れ焼戻し処理→機械加工である。非調質鋼は，熱間鍛造終了後，空冷又は衝風冷却をするだけで焼入れ焼戻しと同等の機械的性質（衝撃値が多少低下する）が得られる。

ユーザーにとっては，熱処理エネルギーの節減と工程省略による生産性の向上という大きなメリットがあるが，衝撃値の評価の点で社内導入が遅れている。

３－１－３　焼戻し不用鋼（テンパーフリー材）

焼入れ時の加熱条件及び加熱後の冷却条件をコントロールすることにより，焼戻し処理を省略できる鋼種である。現在，社内ではディスクブレーキ用に従来のＳＵＳ420Ｊ２，ＳＵＳ420Ｊ１の代替として導入が進められており，熱処理コストの低減が図られている。その他の効果として，Ｃｒ炭化物の折出が少ないことによる耐食性及び衝撃靱性の向上がある。

３－２　切削工程の生産性を向上させる鋼の利用

図３に示した様に，快削鋼の国内生産高は昭和

表3　自動車に用いられている主な快削鋼と使用例

分　類	適用鋼種別	車　種	主な適用部品例	使用比率(%)
Pb	構造用炭素鋼 構造用合金鋼	二輪車，四輪車	歯車，シャフトを含むE/G及び車体	79.8
Pb＋S1	S48C	二輪車，四輪車	コンロッド	
S1	S48C	二輪車，四輪車	クランクシャフト，コンロッド	
	SCr22H	四輪車	ミッションギヤの一部	16.4
	SUH36	二輪車，四輪車	エンジンバルブ	
S2	S48C	二輪車，四輪車	コンロッド，自動変速機	
Sa	S53C	四輪車	スリーブヨーク	
Ca＋S1	SCM22H	四輪車	メインシャフト	
	S48C	四輪車	クランクシャフト	3.8
Ca＋Pb＋S1	S48C	四輪車，二輪車	クランクシャフト，コンロッド	
Ca＋低Pb＋S1	S48C	四輪車，二輪車	スリーブヨーク，クランクシャフト，クラッチハブ	

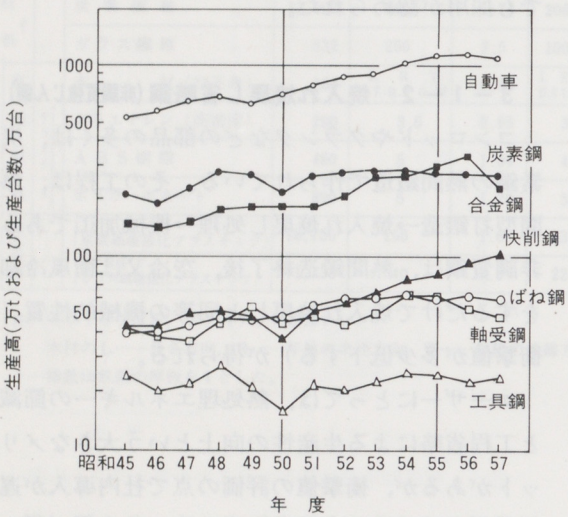


図3　特殊鋼の生産高および自動車生産台数
（鉄鋼統計月報：19（1970）4～31（1982）3
機械統計月報：22（1970）4～34（1882）3
〔通商産業大臣官房調査統計部編〕）

47年の50万トンから，10年後の昭和57年には2倍の100万トンに達した。

快削鋼を使うメリットとして

Ⅰ）切削スピードが向上する

Ⅱ）刃具の寿命が延びる

Ⅲ）切削屑の排出性が良いため工程の自動化がしやすい

Ⅳ）加工精度が安定する

などが上げられ，生産の合理化手段として各メーカーが期待するのは当然と思われる。しかし，自動車メーカーのニーズには単に合理化の為だけではないところがある。軽量化と高出力化の動きが鋼材の高強度化や高品質化を要求し，生産性の低下を招いていることも逆に快削鋼への動きを活発にしている。この辺の事情は，二輪車メーカーも同様で，高強度材の使用量の増加が生産ラインに与える影響は深刻なものがある。

次に，主な快削鋼について紹介する。（**表3**に自動車関係に用いられている快削鋼を示す。）

3－2－1　硫黄快削鋼

快削性を向上させる添加元素のうちでもっとも一般的で安価な元素Sの添加により，活性のある非金属介在物としてMnSが作られる。これが，切削時に切屑を破断させるとともに，潤滑作用を発揮し工具寿命の延長をもたらしている。但しMnS介在物は，圧延方向に長く伸びて鋼中に存在するので，軸方向に直角に加わる力に弱く強度重視の利用には注意を要する。又，溶接をする部品には，MnSによる溶接割れを起しやすいので使用は好ましくない。この快削鋼には，Sの量によってS1（0.04～0.07%）とS2（0.08～0.12%）があり，我社では現在，S45CSIとS50CSIとが使われている。

3－2－2　鉛快削鋼

この快削鋼は，Pb粒が鋼中に微細に分散して存在し，これが切削時の摩擦熱により溶出し，潤滑作用を発揮し刃具寿命を延ばすと供に，切削屑の流れが良くなりカール状になるため，切削屑の処処性も良くしている。

一般に，鉛快削鋼は硫黄快削鋼より靱性に優れ，強度部品にも使用されているが，歯車や軸受のように高面圧を受ける部品には転動寿命が短かいという欠点により使用が制限されている。しかし，快削性を損うことなく，転動寿命を改善した低鉛快削鋼(Pb：0.04～0.08%)が開発され，従来快削鋼の使用の少なかった高強度部品へも使用が検討されている。（但し，我社ではまだその効果を認めていない。）

3－2－3　複合快削鋼

鋼に快削性を付与する元素として，硫黄・鉛・カルシウム・セレン・テルルなどがあるが，各元素の快削性を発揮させるメカニズムはそれぞれ異なっている。しかし，これらの元素を適当に組み合せることによって，各元素の効果が相乗的に作用して快削性がより改善されることが知られている。Ca＋S1あるいはCa＋S＋Pb快削鋼の使用量は増加の傾向にある。

表4　コンロッドにおける材料使用例

排気量クラス＼メーカー	H　社	S　社
700cc	S35C非調質 複合快削鋼 (S＋Pb)	
400cc	S35C複合快削鋼 (S＋Pb)	S45C Ⓗ
250cc	S35C非調質 複合快削鋼 (S＋Pb)	
125cc ～50cc	SCM420 低Mo鋼	SCM415

この他，非調質鋼を快削鋼化した非調質快削鋼も有り，コスト低減に有効なため，今後の使用量の増加が予想されている。

以上，熱処理省略鋼と快削鋼についてのべてきたが，二輪車メーカーにおける実際の使用例を**表4**と**表5**に示す。

3－3　資源を節約した鋼の利用

オイルショックを契機とした省資源ブームと昭和54年のMo価格の高騰は，低Mo鋼化やボロン鋼化などの省Mo鋼化を促進させた。

3－3－1　省Mo強靱鋼(ボロン鋼)

微量のB添加により焼入性が向上するため，焼入れ焼戻しされる場合は，機械的性質が向上する。この特性を利用して，SCM435, 440, SCn440などの代替鋼としてコスト低減が期待できる。現在ボルト用にS45C，SCM440の代替として検討されている。

3－3－2　省Mo肌焼鋼(低MoのCrMo鋼)

Moの減少は，浸炭焼入性の低下を招くとされているが，社内の検討結果では，靱性の低下への影響が大で，衝撃値，転動疲労強度が供に低下した。

表5　クランクにおける材料使用例

排気量クラス＼メーカー	H　社	S　社
750cc	S45CⓃ複合快削鋼 (S＋Pb)	
400cc	↑	S45CⒽ鉛快削鋼
250cc		
125cc ～50cc	S45C鉛快削鋼 S50C鉛快削鋼	S55CⒽ鉛快削鋼

この結果から，Cr-Mo鋼の代替を進める場合は，部品の要求機能を見極めて，転動部品や衝撃荷重の厳しい部品への使用は好ましくない。実際の使用例としては，某社の大型二輪車のミッションギアへの使用が確認されている。

4．おわりに

〝最近の話題〟としては，新鮮味に欠けるネタではあるが，円高対応に迫られている今日，VA・VE活動の参考になればと思い紹介を試みた。新素材ブームに煽られて「鉄冷えの時代」と言われても，現実には鉄以外に，安価で，品質が安定し，データベースが豊富で，しかも使い勝手が良い材料は見あたらない。「21世紀も鉄の時代」というのは確かであり，益々，鋼の特性をわきまえた有効的・経済的な利用技術に我々も積極的に取り組んでいきたいと考えている。

内容の乏しさ，文の拙さについては全て筆者の浅学によるところであり，皆様の卒直な御批判と御指導を期待します。

引用資料

1）ヤマハ技報　№1，　1985－12

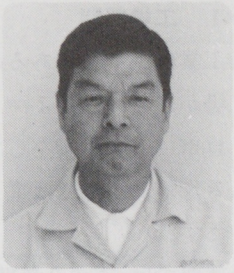
2）〝材料の強さと経済性〟新日鉄

3）自動車軽量化技術資料集成

4）金属　Vol.52　№9　1982

他

森山工業㈱紹介



森山工業㈱ 技術部 北 野 昭 雄

1．は じ め に

森山工業は，昭和48年11月2日周智郡森町森に当時完成したばかりのヤマハ発動機森工場を借用して産声をあげました。

創立当初はヤマハ発動機浜北工場よりオートバイエンジン向トランスミッションギヤのブランク加工の仕事を分けていただきまして操業を始めましたが，この仕事は昭和56年3月の月産925千個の加工をピークに昭和57年4月迄に他社へ全面移管致しました。

現在の電装品を生産する様になりましたのは昭和51年8月からで，当初はメイト向のフライホイールマグネトウを月産300台で立上りました。その翌年ヤマハ初のファミリバイク・パッソル向のＣＤＩマグネトウの生産を初め，その後はファミリバイクの増産に伴い当社も成長して参りました。

昭和57年5月には，ヤマハ発動機より開発部門の移籍を受けヤマハの関連企業としましては三信工業（50年7月移籍）についで2番目の関発より製造迄の一貫体制をもった企業となりました。

又，59年7月からはＩＭ事業部開発の多関接ロボットの製造委託を受け名実共にメカトロニクスメーカに成長しております。

森山工業は，昭和48年のブランク加工で第1世代，昭和51年のマグネトウ生産で第2世代，昭和57年の開発部門移籍で第3世代，そして59年のロボット生産で第4世代に突入しておりましてヤマハグループ唯一のエレクトロニクス関連企業として色々な面で皆様のお役に立てる会社です。

2．沿 革

年	沿　　革
48	11月　会社創立 12月　ブランク加工開始
49	3月　ブランク加工増産
50	
51	8月　ＦＷマグネトウ生産開始
52	10月　ＣＤＩマグネトウ生産開始
53	10月　第1工場ヤマハより譲渡
54	6月　マグネトウ生産累計100万台
55	3月　第2工場稼動 12月　コンピュータモニタ生産開始
56	9月　電子メータ生産開始 12月　大須賀工場稼動
57	5月　技術部設置，購買業務委管 12月　ＹＰＶＳ生産開始
58	3月　スタータモータ生産開始 5月　多極ＣＤＩ生産開始
59	7月　標準ＣＡＭＥ生産開始 12月　Ｖブースト生産開始
60	2月　小型点火コイル生産開始 7月　小型ＣＡＭＥ生産開始

3．近　況

3－1　工場部門

森山工業は，本社のある森町森に第1，第2，第3工場があり，ＣＤＩマグネトウ・スタータモータ・ロボットの生産をしており，小笠郡大須賀町にある大須賀工場では電子部品関係の生産をしております。

工場部門では，この3年間**生産性**を毎月1.5%のアップをさせようと云う1.5作戦を実施して著しい効果をあげてきています。

今年の1.5作戦としての活動を紹介致します。

(1)　森山職場研究会

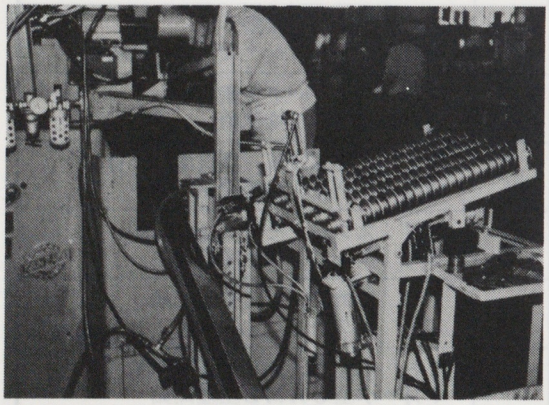
生産課の組長を中心とした活動で週に1回職場単位に集まり各職場の問題点の洗い出しとその改善について話し合っております。又，課全体では2ヶ月に1回全体での研究会を持ち改善の横通しを計ると共に成果の確認を行なっております。

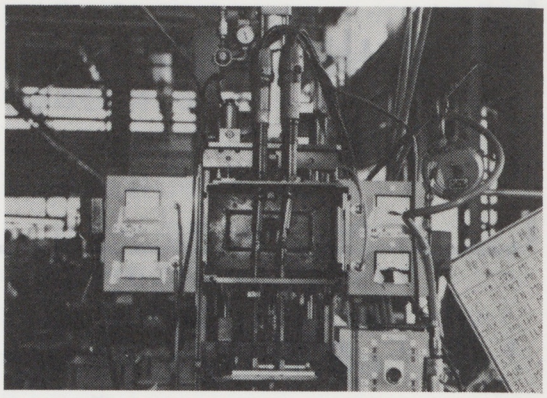
この研究会での活動が生産性向上の原動力となっております。

(2)　森山ローコストオートメーション

各職場より生産性向上のそ害要因を問題点提起書で提出し，関係部署が隔週毎に集まってそれを討議し対策として生産技術課，生産課工機職場が中心となってお金を掛けない自動化装置を作っております。

この活動での昨年の目玉商品は昼休み40分間を無人運転させる為の〝大容量ストッカ付オートローダ〟（**写真左下**）とネジ締作業の安定化を計る為に開発した〝トルクチェッカ付ネジ締機〟（**写真右上**）があげられます。





(3)　森山スキルアップスクール

今年から従業員の質的向上を目的として社内スクールを開校しました。講師は全て社内講師に依頼して週2回，1回2時間を掛け学習並びに実習を行なっています。1コース48時間の教育を3ヶ月間で終了させますが，第1コースが終了しましたら続いて第2コースへ進む様に準備しております。

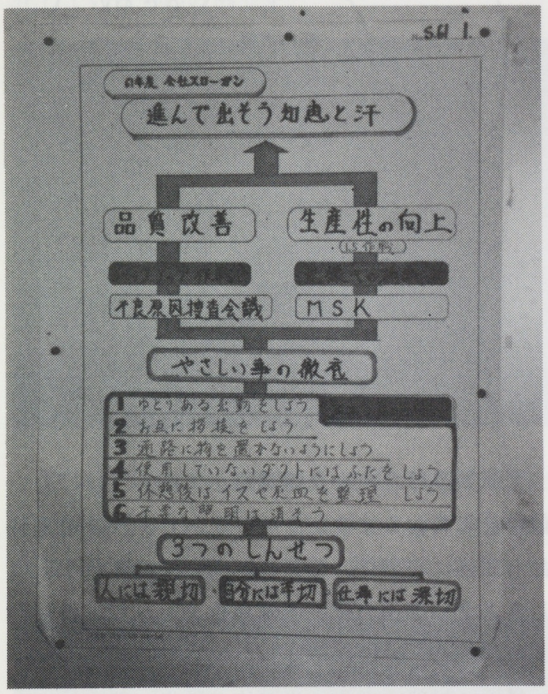
ＭＳＵスクールスケジュール

教育科目	主な内容	教官	単位	1ヶ月目 第1週 1・2	第2週 3・4	第3週 5・6
入校式	①会社挨拶②スケジュール説明	会社事務局	1.0	⇨		
図面の見方	①投影法②作図法③線の用法④寸法	曽我	9.0	⇨	⇨	⇨
手仕上げ工具のいろいろ	治工具の種類と活用方法	小山	4.0			□
測定器の扱い方	種類と測定	兼子	8.0			
寸法の出し方	ケガキと材料取り	伊藤	2.0			
ヤスリの用途	種類とヤスリの掛け方	小山	4.0			
切削刃具の見分け	研ぎ方，材質と刃具との関係	曽我	2.0			

(4) ルックアップ活動

全員参加の小集団活動でして毎月第1，第3火曜日の定時後各グループ毎に1.5～2.0時間の活動を行なっています。活動の結果は年2回7月と12月に全社発表会を行なっております。

昨年の活動は第15回オールヤマハ品質管理大会で優秀賞をいただくことが出来ました。



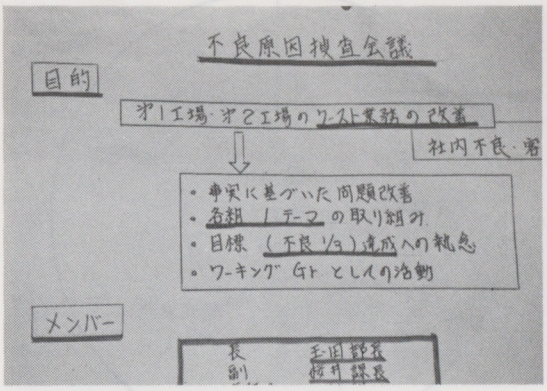
生産性向上活動に加えて**品質向上活動**は**品質会議**を頂点として**不良捜査会議，バックアップ作戦**等を行なっています。

今年の全社目標は次の通りです。

社内直行率	**97.5%以上**
購入品品質不良件数	**20件／月以下**
客先品質不良率	**50PPM以下**
市場クレーム費	**前期比1/2以下**

(1) 直行率向上

各職場のワースト1を退治して直行率をアップさせようと**不良原因捜査会議**という活動を各職場毎に展開しています。（**写真左上，及び右上**）



(2) 購入品品質向上

仕入先の品質向上の為に定期的に協力工場を品質保証課員が巡回し不具合のフィードバックと工程の改善を仕入先と一緒になって実施しています。

(3) 客先品質不良率の低減

不良品を出荷して納入先の皆様に御迷惑を掛けない様に**バックアップ作戦**を実施しています。

これは作業者1人について1点の視点を決めて前工程の作業をチェックするものと，何かおかしいと思ったらすぐに打上げるヒヤリ品質の打上げの2つです。

(4) 市場クレーム費の低減

市場クレームは今の処設計品質によるものが主になっていますが，これの防止の為には検出能力の向上と信頼性評価を充実させております。

3－2 間 接 部 門

間接部門では，昨年はヤマハ発動機管理本部の指導の下にＭＫ活動を展開しました。今年は円高対策としての150作戦を展開しております。

(1) ＭＫ活動

ヤマハ発動機の指導の下に昨年2月より10月迄の間，ヤマハでⓀと呼んでいる業務改善活動を森山工業も間接部門全体で実施しました。

その結果間接部門全体で23%に相当する無駄な業務を排除することが出来まして，新たに別の仕事を取り入れることが出来ました。

(2) 150作戦

昨秋より日に日に上昇を続けて来ました円高に対処する為に今年から森山工業の間接部門では150作戦を展開しております。

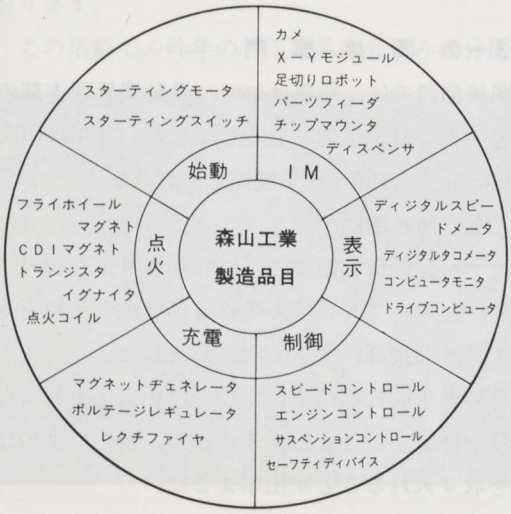
作戦のねらいは間接部門の生産性向上と主要製品の原価を如何にして1ドル150円でも成り立つ様にするかにあります。

この成果に御期待下さい。

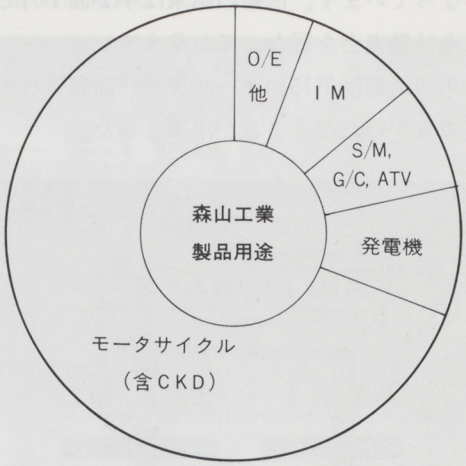
4．製　造　品　目

森山工業で製造しております製品は大別しますと下図の通りです。

電装品だけで10年間の間に 100点を越える品種をヤマハの製品に組付て世界に出荷致しました。



森山工業の製品をヤマハ発動機の商品群の比率で分類しますと次の通りでモータサイクルが何といっても主力です。



5．電　装　品　の　動　向

電気製品はただいま**軽薄短小**に向ってはげしい競争をしておりますが，モーターサイクル用電装品も同様に小型化，軽量化へ向っております。但しあと２つ**高出力化**と**低価格化**という相矛盾した要求が加わっております。

最近は材料の進歩，半導体の進歩，製造技術の進歩等に加えてＣＡＤによる限界設計が行なわれ電装品の進化はとどまるところを知りません。

ここでは，各プロジェクトの皆様のお役に立ちます様に最近の電装品の動向について書いて見ました。

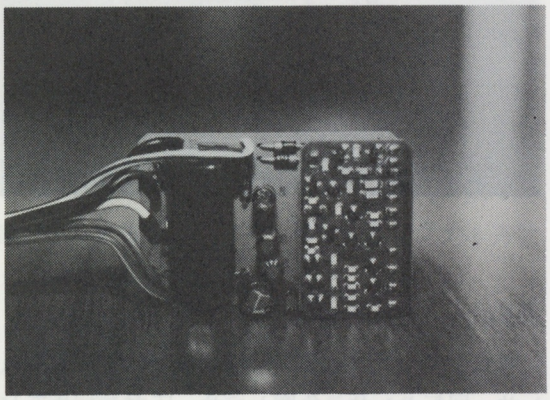
5－1　点　火

先ずは**ファミリバイク**ですが，安全上最高速度が規制された為ここ当分各社加速競争の時代に入って来ました。この為にマグネトウは小型低慣性マスで高出力のものを要求されて来ています。

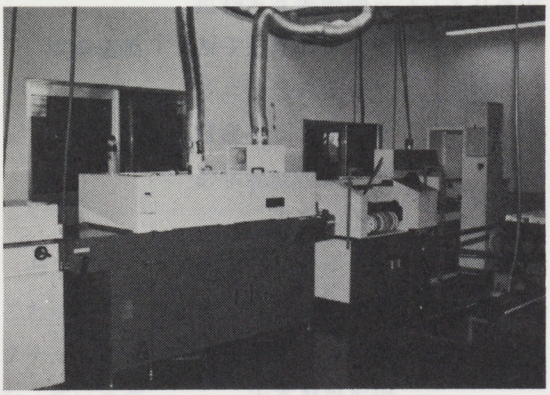
スポーツバイクはエンジンの性能を最大限に引出す為に複雑な点火進角特性を要求されて来ております。従ってＣＤＩユニットの回路構成も複雑

になり従来の部品のままでしたらケースが大きくなる処でしたが，タイミングよく電子部品の小型化が進み写真の様にプリント基板の両面に電子部品を組付けることが出来て，大きさを変えずに**高速2段進角ＣＤＩ**とか**速度制限付ＣＤＩ**が出来ております。

下の写真はその基板をさらに2階建にして小型化しているものの例です。

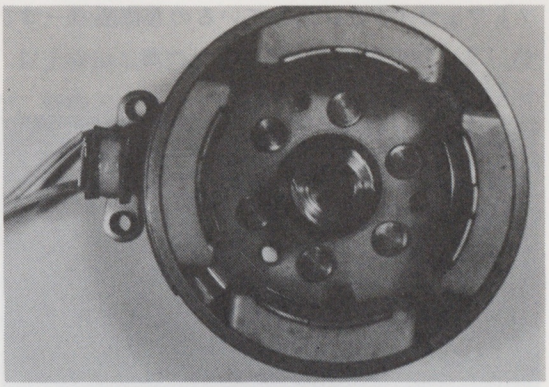


又，上の小型化した部品を基板に実装する為にＩＭ㈱開発のチップマウンタラインを本年3月に大須賀工場に設置しました。(**写真下**)



オフロードバイクでは単気筒大容積エンジンの始動容易化の為に始動時のみ点火時期を遅らせる始動遅角方式が採用されて来ました。

当社の方式は非常に簡便でコストも上らず，信頼性の高いものです。



始動遅角方式を採用したCDIのもの

5－2　モータ

モータサイクルに車載されるモータとしてはスタータモータが主でして，ビックバイクですと他に燃料ポンプ，エアポンプ，ラジエータファン，YPVSにモータが使われています。

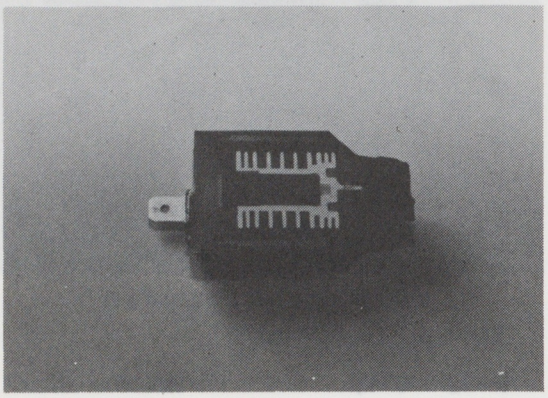
モータサイクルのスタータモータはこのところ永久磁石を使った軽量なものになって来ていますが，自動車も新しい磁石が登場して来ましてこの数年の内に小型軽量の永久磁石モータへ移行して行くと思われます。現在主として使われています磁石はバリウム又はストロンチュウムフェライト磁石でして，特に性能を要求されるものにはサマリュウムコバルト磁石が使われています。新しい磁石はネオジュウムとボロンと鉄を原料とし，高いコバルトを使わずに性能はフェライト磁石の10倍出るもので量産による価格の低下が待遠しい処です。

5－3　点火コイル

従来の点火コイルは2次巻線の層間絶線にコンデンサペーパを挿入し巻上り後ワニス含浸をするという工法が取られていましたが，テレビジョンのフライバックトランスで採用した分割されたボビンに直接巻付けそれを真空中でワニス含浸するという方法が自動車を含め採用されて来ました。

次ページの写真はモータサイクル用として一番小型の最新型コイルの断面です。センタコアにソ

フトフェライトを採用しているのも特徴の一つです。

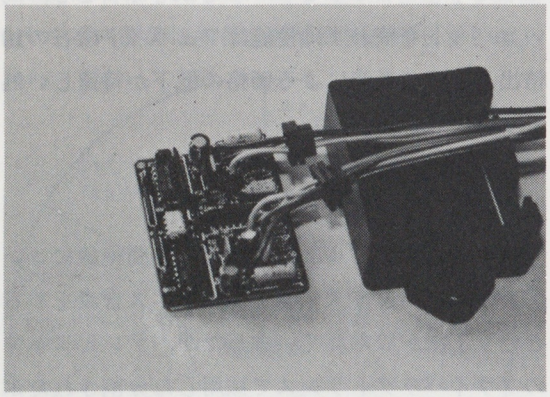


5－4　制　御

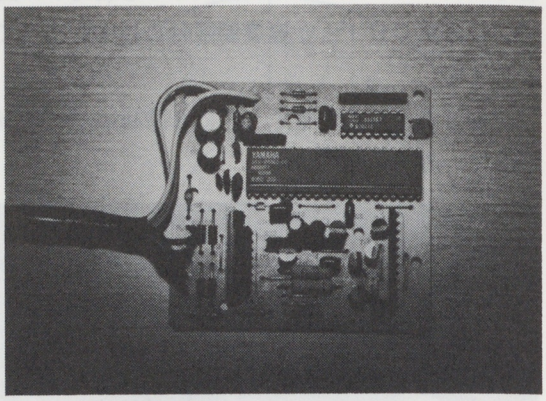
最近の電子部品は温度にもノイズにも大変強くなって来ましたので，エンジンや車体のプロジェクトの方々から要求される制御装置は全んどのものが作れる様になりました。

回路設計は要求機能の少ないものはアナログ回路で行ない，複雑な機能のものはデジタル回路で処理して行きます。是非色々と御相談下さい。

下の写真は船外機の安全装置の一つで，2機掛船外機の異常の有無をアナログ処理して安全なクルージングが出来る様にしたものです。



下の写真はYPVSの制御装置で4ビットのマイコンを使ってエンジンの負荷状態をデジタル処理をし排気バルブの制御をしているものです。



5－5　センサ

現在のモータサイクルには液面センサ，温度センサ，回転センサ，角度センサ，圧力センサ等が既に使われております。

最近は新しい材料が登場して来ており色々なセンサを作れる様になっていますので必要なセンサがありましたら御相談下さい。

センサの応用例を列挙して見ますと

温度	サーミスタ
	サーモフェライト
	サーモワックス
	バイメタル
湿度	セラミック半導体
角度	ポテンショメータ
	ホール素子
	磁気抵抗素子
位置	ポテンショメータ
	マグネット
	静電容量
	超音波素子
回転	マグネット
	ホール素子
	フォトインタラプタ

圧力	半導体素子
	加圧導電ゴム
	圧電ゴム
流量	サーミスタ
	ホットワイヤ
	薄まく半導体
光	太陽電池
	光ファイバ
	フォトトランジスタ
形状	ＣＣＤ

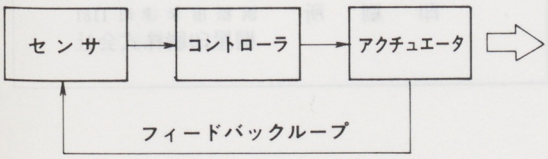
5－6　アクチュエータ

センサで対象物を検出して信号を送り，制御装置が演算すると，次は力仕事をするアクチュエータの番です。

従来からありますモータや電磁ソレノイドに加えて最近は次の様なものが使われ出しています。

回転運動	ステッピングモータ
	ＤＣサーボモータ
	ＡＣサーボモータ
	ＤＤモータ
	超音波モータ
直線運動	ムービングコイル
	リニヤモータ
	圧電セラミックス
	形状記憶合金

センサのおかげでフィードバックループを作ることが出来る様になり位置決め精度も向上してアクチュエータは要求に応じた力仕事をすればよくなっています。



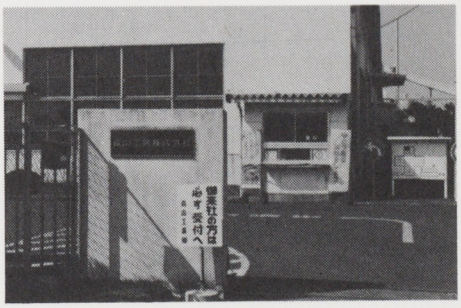
6．あとがき

以上森山工業の沿革と近況を御説明致しましたが，皆様方にとって若干でもお役に立つことが出来れば幸いです。

現在森山工業は皆様方と同様に円高問題を抱え苦戦を致しておりますが，尚その上に従来売上の大きな割合を占めていましたＣＫＤ諸国が一斉に電装品の自製化に動き出して来ておりまして，今後の売上に大きな影響が出ると云う大変難しい時期を迎えております。

この様な中にあってもヤマハ発動機関連企業中の唯一のエレクトロニクス企業として一層の努力をして行く考えでおります。

誌上をお借りしまして皆様の御指導御協力をお願い申し上げます。



森山工業正門

編集後記

技報No.2の発刊を心待ちにされていた会員の方々(きっと大勢いらっしゃったと思いますが)，大変御待たせ致しました。やっと第2号の発行に漕ぎつけることが出来ました。原稿の執筆をされた方々，その他御協力頂いた方々に厚く御礼申し上げます。

内容としてはNo.1に準じたものとなっており，まずまずの出来ばえではないかと思っております。

今後ともこの技報が読みごたえがあり，かつ皆様の御役にたつものとして育てていきたいと企画員一同，念じております。会員の方々の忌憚のない御意見御感想を御聞かせ頂ければ幸いです。

ヤマハ技術会　技報

昭和61年7月5日　印刷　第2号
昭和61年7月15日　発行

(禁無断転載) ©

発行所　ヤマハ技術会
発行人　執印智司
編集人　中村孜郎
表紙デザイン　YAC
印刷所　浜松市米津町1181
桐屋印刷株式会社