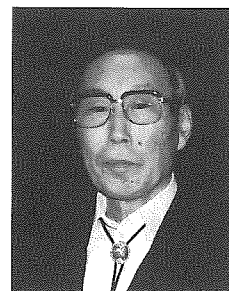


インタビュー：渥美 實氏（本田技術研究所 社友）
時：2001年1月18日 於：本田技術研究所

プロフィール

昭和2年(1927年)静岡県に生まれる。
昭和28年3月 群馬大学工学部卒業
昭和28年4月 本田技研工業株式会社入社
昭和28年9月 同 埼玉製作所設計部生産技術課配属
昭和28年12月 設計部研究室設立 エンジン性能研究係配属
昭和35年7月 株式会社本田技術研究所設立 エンジン性能第一研究室
昭和35年10月 研究員認定
昭和36年4月 主任研究員(CE)認定
昭和40年12月 エンジン性能研究ブロック ブロックリーダー
昭和45年12月 株式会社本田技術研究所 取締役主任研究員就任
昭和49年10月 主席研究員(ECE)就任 八木研究室発足
昭和59年7月 本田技研工業株式会社特別顧問就任(兼務)
昭和62年5月 株式会社本田技術研究所 主席技術顧問(ECA)就任
平成4年5月 株式会社本田技術研究所 主席技術顧問 退任



主な業績・受賞歴

昭和41年7月 安全公害調査団団員として米国視察
昭和48年4月 科学技術長官賞受賞
昭和51年1月 毎日工業技術賞受賞
昭和51年3月 東京大学工学部工学博士
低公害自動車用機関の研究
(CVCC機関の燃焼と排気について)
昭和55年10月 千葉大学工学部機械科講師
平成元年4月 群馬大学工学部機械科客員教授

主な公職

- 日本機械学会内燃機関部門委員(3期)
- 日本機械学会内燃機関部門評議員(2期)
- 日本自動車技術会 ガソリン機関部門委員(5期)
- 日本自動車工業会委員
- アメリカ自動車技術会(SAE)会員(論文13編提出)
- アメリカ自動車技術会(SAE)フェロー認定会員

▶八木静夫氏インタビュー概要◀

1. 入社以前

台湾より帰国後、アメリカ第5空軍の基地建設に従事、8種類の重車輛の免許と、主任資格を取得し、その後国道1号線の建設にあたったが、将来を考え群馬大学工学部へ入学。

入学と同時に、浅沼強先生のドクター論文を手伝い測定機器や、データの取り方について学んだ事が後に役立つ。卒業後は、自動車会社への就職を狙っていた、大手会社の内定を振り切って、突然募集のあった二輪を作っていたホンダに入社。

2. 入社後、二輪エンジンの開発

ヨーロッパ車に比べて非力なホンダ車を前に、入社した年の暮れに二輪エンジンの性能向上の為に研究室を作ってもらい、量産主力機種「ドリーム号」「ベンリー号」の性能向上に当たると共に、日本車として初のイギリスマン島TTレース出場用として、リッター当たり100馬力エンジンの開発を目標として最新式の計測器、設備を増強、本格的にレーサーエンジン性能向上に当たった。

3. 苦労した計測器

レーサーや量産車の性能向上していく上で必要となる計測機器も、エンジンの性能が向上すると共に次々に新しいものが必要となったが、要件を満たすものはなく、エンジン開発と共に計測機器の開発もメーカーと一緒に進めなければならなかった。

4. F-1エンジンの開発

二輪レースを制覇した後、昭和39年にF-1レースに出場を宣言、2気筒エンジンでの先行研究を行なったが、12気筒エンジンとの違いを痛感。

5. 低公害エンジンの開発

レーサーのエンジン開発の見通しが着いた昭和39年に、今後の研究対象を何に求めるか、資料としてファイルにあった研究論文の中に、排気ガス問題が取り上げられている事を見つけた。

昭和41年自動車工業会のアメリカ安全公害対策調査団に参加し、各社の研究状況を把握。

帰国後、AP研究室を作り、本格的に燃焼とエミッションの関係について研究に没頭した。

昭和47年12月、触媒なしのCVCC方式で、マスキー法75年規制をクリアーした。

6. 八木さんの哲学

本田宗一郎さんから入社早々に怒鳴られましたが、基本的には「成す事によって学べ」ですね。この他にも本田社長の言われた言葉。朝永博士の言葉、ハチャトリアンの言葉などから教えられたものが基礎になっています。

7. 若い研究者に期待する事

整理整頓、何事も中途半端はダメ、目標をしっかりと持つ事。

8. 感謝

エンジン研究一直線「奥様に感謝」。

成す事によって学べ

八木 静夫 氏

入社以前

渥美 今日は戦後、日本の内燃機関の発展に大きな貢献をされた八木さんに、活躍されて来た時代背景と研究開発内容、次世代の研究開発者に伝えたい事等を色々とお聞きしたいと思います。よろしくお願いします。

まず、本田技研入社前についてお聞かせ下さい。

八木 私は終戦まで父の仕事の関係で台湾に住んでいました。昭和21年に日本に引き揚げて来て生き延びる為、日本に進駐して来ていたアメリカ第5空軍の基地となる小牧飛行場の建設に従事しました。私は元来車が好きで昭和19年、17歳の時に4輪の免許を取得していた事から第5空軍の重車輛学校に入り、8種類の重車輛のライセンスを取りモータープールの主任の資格を取得しました。従ってその後、朝鮮動乱に備えてアメリカの指示で国道1号線の整備に携わりました。しかしながら、将来の事を考えると不安で、親には内緒でモータープールを辞め、昭和24年に群馬大学工学部に入学しました。

入学後、幸いだったのは入学直後に熱機関講座の浅沼強先生がドクター取得の為の論文をまとめられておられ、そのテストと資料整理を手伝う機会を得た事です。それから4年間は土曜の午後も夏休みも殆ど休まずにお手伝いをしてきました。なお私の卒業研究は先生のテーマでもあった4サイクル機関の吸気慣性効果でありました。

卒業する頃は就職難でしたが、学生は競って自動車会社を狙っていました。私もその一人です。その時就職担当教授が内燃機関は、もはや50年の歴史がある、自動車会社に入って何をしたいのか、と言われたことを思い起こします。

私は幸いにも大手某社に内示されていましたが、卒業間近にホンダから突然の求人募集が来てオートバイを生産している会社と言うことで面白そうだと思いい仲間3人で応募し、私が入社しました。

ホンダ入社後、二輪エンジンの開発

渥美 ホンダに入社されていかがでしたか。昭和28年といますと当時ホンダは白いタンクに赤いエンジンの50ccの自転車につけるカブF型と、チャンネルフレームに白い線の入った146ccのドリームE型を生産していましたね。

八木 私は希望通りの会社に入ったが、好きな事をやらせて貰えるだろうかと言う不安がありました。

た。その頃埼玉製作所の白子工場ではドリームE型146ccの生産と、ベンリーJ型89ccの開発をしていましたが、生産エンジンに問題があると、設計部の走行試験担当者が試作部品をテスト車に組み込み、実走テストを繰り返し行なうことで問題点の改善を図っていました。当時ホンダには研究室と言う部署はありませんでした。

私は6ヶ月の工場実習後配属されたのは、生産技術部の技術課で白子工場が手狭になり、新たに建設した和光工場完成に伴う生産機械の移転計画と、その実行を指示されました。

そのような中で私は兼々、世界一のエンジンメーカーを目指すホンダに是非エンジン研究室をと上司に訴えてきました。その甲斐あって昭和28年12月に研究室が発足、私は研究室に配転されました。

渥美 昭和28年頃、日本の自動車産業は二輪を含めてどんな状況だったのですか？

八木 私は入社した当時のことは余り知りませんが、二輪メーカーは80社近くあったようです。二輪の第1回富士登山レースも開催された年でもあり、翌年の29年に東京で第1回全日本自動車ショーが開催され日本の自動車界の幕開けの時代でした。

渥美 その頃のホンダのエンジンは日本の中で、又世界の中でどんなレベルだったのでしょうか。

八木 そのような中で二輪メーカーの生産技術は確実に向上していきましたが、当初の146cc E型エンジンの性能はリッター当り38馬力から40馬力位でした。50年の歴史をもつヨーロッパ勢と比べるとまだまだ見劣りしていました。

昭和29年にブラジル、サンパウロ400年祭記念行事の一環として、国際オートレースが開かれ、ホンダは146ccのE型を125ccに改造して出場しましたが、完走車22台中13位でした。上位を独占したイタリアのモンディアルは洗練されたデザインでまとめられ、6段変速機付きでした。その時ホンダの125ccE型レーサーは2段ミッションでした。ヨーロッパ勢に比べるとその位の技術的な差がありました。

ホンダは日本の中では富士登山レースや浅間レースに出場し、勝ったり負けたりでしたから技術的には他のメーカーと同じくらいではなかったかと思えます。

渥美 昭和29年に本田社長はTTレースへの出場を宣言しています。そして5年後の昭和34年に125ccで出場し、初出場6、7、8、11位でチームメー

カー賞を受賞しています。ホンダの4ストローク二輪レース用エンジンはどの様な進化をして行ったのですか。

八木 昭和29年、サンパウロのレースの結果を聞いて本田社長は世界で最も権威のあるイギリス、マン島のTTレースへの出場を決意されました。そして昭和30年から開催された浅間高原レースへもTTレース出場の為の足場を固めて行く為の貴い経験として積極的に参加しました。

しかし浅間レースも最初の頃は出ると負けて、本田社長もくやし涙を流していたのを覚えています。そこで我々若手が「もっと理論的な追求しましょう」と話をしたところ「そうだな」と理解していただけました。

研究室配属1週間後のことですが、私がE型のキャブセッティングの見直しをしているところに本田社長が来られ、「学卒か、学校で何時間内燃機関の勉強して来たのか、屁理屈を言わずにやれ、自動車工学は経験工学だ」とひどく叱られました。成すことによって学ぶことを教えられました。

当時ホンダはイタリーのモンディアルとドイツのNSUレンマックスのレベルがリッター当り100馬力であったので、それを一つの目標に先行研究に取り組みました。

その主なテーマは超ショートストロークエンジン、2プラグ方式エンジン、テーパカム機構、強制カム機構、クロスローターバルブエンジンなどであったが、ことごとく失敗に終わり、時間的余裕もなくその後は無難な道を歩むことになりました。

昭和32年と33年にホンダの量産車の主力車種、ドリームC70とベンレイC90はそれぞれ2気筒にする事で、大幅な性能向上が図られました。従ってレーシングマシンも2気筒にする事になり、昭和33年に2気筒、半球形燃焼室、2バルブ方式の125ccRC140の開発に入りました。

しかし、競争相手のヨーロッパ勢のなかで、イタリーのMVアグスタがリッター当たり136馬力、モンディアルは単気筒125ccで16.5馬力/11400回転(リッター当り132馬力)と予想されました。そこでホンダは18馬力以上(リッター当り144馬力)と目標を決めました。

そして試行錯誤の末、昭和34年2気筒4バルブのRC142でTTレースに初出場し125ccクラスでメーカーチーム賞を得ることが出来ました。その時の出場車の実力は17.3馬力/13000回転(リッター当り138馬力)でした。

私達は年々高まる目標出力を間借りなりにも達成し、その間に多くの経験を積んでホンダなりのセオ

リーを確立して来ました。

この間、4バルブ方式から再び半球型燃焼室の2バルブ方式に、かつ吸排気系諸元的大幅見直しを行なってきました。目標出力の予想だての難しいレーサーエンジンで更に回転数を上げたい場合、バルブ径に余裕のある4バルブ方式を採用している方が得策だとの結論に達しました。

昭和43年の最終モデルRC149は33馬力/20000回転(リッター当り264馬力)を達成し世界ランキング1位を獲得しました。

渥美 これ丈の性能向上をして来た個々の要素技術についてもう少しお伺いしたいのですが、先づ限られた容積のシリンダー内にいかに多くの空気を入れるかと言う体積効率の向上について教えてください。

八木 125ccのエンジンで125ccの空気を吸入した場合を体積効率は100%という。しかし、吸入行程時の吸気系の流動抵抗と排気行程時のシリンダーに残存する排気ガスの影響を受け体積効率100%を得ること自体難しいことです。

体積効率を上げるには、吸気系の流動抵抗を少なくする事と、吸気系の慣性効果と脈動効果および排気系の吹き出し効果をいかにうまく利用するかにかかっています。

浅間レースに出ると負けるという中で理論的追求をしましょうと言った頃、MITのC・F・テラーが吸気速度係数と体積効率の最終論文を発表しました。それに注目して実機ポートの定常流試験を行なったところ論文とほぼ同じ結果が得られました。

それまでにホンダは多くのエンジンを開発してきましたが、その度にボアとストロークを如何に決めるべきかと悩みました。したがって最初に最適諸元を決められないかと考えていた時でもあり早速と吸気速度係数の考えを取り入れる事としました。もう少し具体的に言うと、最大体積効率は吸気速度係数0.5以下となるエンジン回転数で得られます。この吸気速度係数は、ピストン速度と吸気管内の音速の比と、ピストン断面積と、吸気バルブ有効面積の比の積の関数として与えられます。従って、或るエンジン回転数で最大体積効率を得る為のシリンダーボア、ピストンストロークや吸気バルブ径などは吸気速度係数から求める事が可能な事が分かりました。

最初に総排気量と気筒数及び最大体積効率を与える回転数が与えられると、この条件を満たすための吸気バルブ面積が決まります。次に2バルブ方式か4バルブ方式かの選択がありますが、まず2バルブ方式のバルブ径を求めます。バルブ径が決まると自ずとボアとストロークが決まりますが、ショートス

トロークとロングストロークのいずれの方式を採用するかで採否が決まります。NGの場合は4バルブ方式での検討、それでも駄目な場合は、多気筒化の検討に入ります。このセオリーを基にエンジンの主要諸元を決めたのは量産機種のスーパーストロークC100からです。

渥美 最大体積効率を得る為のエンジン諸元が決まると、その諸元に与える吸排気系の動的効果を有効に利用する事で性能向上が図られる訳ですね。吸気の慣性効果とはどの様に得るのですか。

八木 吸気系の慣性効果が最大となるエンジン回転数は、浅沼セオリーの吸気慣性特性数に吸気バルブの有効閉止角と吸気管有効長さを与えると容易に求める事が出来ます。

吸気管長によって体積効率の特性がずれ、高速化は管長を短くすれば図られる事はテストですぐ分かり、経験を積みの中でホンダセオリーを確立しました。

昭和35年、慣性効果を期待し開発した量産機種スポーツカブC110で、本田社長の念願目標のリッター100馬力を達成することが出来ました。

慣性効果は吸気行程で吸気管内圧力が最大となるクランク角で吸気バルブを閉じてやれば有効利用が可能となります。なお、レーシングマシンの場合は一般に最大出力を与える回転数で慣性効果が最大となるように吸気管長を与え、かつ有効吸気閉止角を決めています。

吸気系の脈動効果は昭和31年から32年のドリームC70とベンリーC90の2気筒マニフォールドタイプのエンジン開発時に理解することが出来ました。

脈動効果はバルブオーバーラップに脈動波のどの波が同調しているか、すなわち正の波が同調していれば体積効率特性上に山が、負の波が同調すれば谷となります。なお、脈動波の影響は管長が長く、低次の波ほど、かつオーバーラップが大きいほど大きくなります。当初のドリームC70はマニフォールドが外付けで吸気系長さが長かったため回転数を上げられなかったため、C72はマニフォールドをヘッドの中に納めて吸気系の長さを短くすることで回転数を上げ出力を向上しました。

慣性効果利用の場合、燃料供給系の取付位置がエンジン側に極近いと動圧の影響を受け燃料の吐出が阻害されます。その為C110はキャブレターをフレーム側に取り付けています。

脈動効果利用の場合、低次の正圧波が同期すると体積効率は向上しますが、燃料の吐出始めが遅れ、結果的に空燃比は希薄になります。負圧が同調すると体積効率は低下し、燃料の吐出が早まる為に空燃比は濃くなりますので、キャブレターのセッティン

グが難しくなります。

渥美 先程排気系の吹き出し効果とおっしゃいましたが、排気系ではどんな効果が確かめられたのでしょうか。

八木 浅間レースに出ている頃、本田社長から「排気管が長いから排気の抵抗になって馬力が出ない。もっと短くせよ」と言われて短くしたら馬力が下がった。この事から排気系の影響も大きい事も分かり排気系の研究に入りました。エンジンの高回転化を図って行くとバルブオーバーラップが自ずと大きくなり、排気管長で出力特性に変化が見られ、排気系の動的効果に気づきました。排気を吹き出す事により、排気管内に発生する圧力波のどの波がオーバーラップ時の吸気バルブの開き始めの上死点と同調するかにより、体積効率に変化する事が分かりました。

昭和31年にNSUスポーツマックスを入手し、排気マフラーの解析時にマフラーの口元内部に短いパイプが溶接されていることに気づき、早速排気管内圧力波をとり解析したところ、本来の排気管長さと内部短管とで最適有効管長を与え高出力を得ていることが分かりました。

この高速型マフラーを採用する事で2気筒250ccドリームC70は最高出力18馬力/7400回転、また2気筒125ccベンリーC90は11.5馬力/9500回転と飛躍的な出力向上を得る事が出来ました。

また、昭和32年にモンディアルのレーシングマシン単気筒125ccを入手し、デフューザーの解析に入りました。その結果、デフューザー効果は有効排気管長とデフューザーのテーパ角とその長さに支配されることが分かりました。これらの因子は排気管内圧力波の測定を行ないながら選定することが好ましい。

デフューザーを取り付けると、排気管端のみならずデフューザー先端から反射波がもどってくるため一次の負圧波の幅が著しく広がり、かつデフューザー作用により排気吹き出しの正圧波の幅が狭くなるため、広い回転数範囲に渡りエンジン性能が改善されることが分かりました。

渥美 当時レーシングマシンのエンジン回転数が年ごとに2000回転くらい上がって行きましたね。高出力を得る為の高回転化でしようけど高回転化の為の御苦労はどんなだったのですか。50ccレーサーのRC110はさうとう高回転でまわっていましたね。

八木 昭和41年、最終モデルのRC116は開発中に更に高回転域で慣性効果を有効に利用するために吸気系の長さを更に短くしなければ目標出力を達成しないことに気づきました。しかしシリンダーヘッドを作り直す時間的余裕もなく、キャブレターの変わ

りにインジェクション装置を採用しました。その結果吸気管長を20ミリ短く出来20000回転のエンジンを21000回転まで上げることでリッター当たり270から280馬力と向上することが出来ました。インジェクション方式で馬力が出たのではなく慣性効果のマッチングを図ったことによります。RC116は最高24000回転まで上げました。高速化はそれなりに大きなバルブ面積を与えなければなりません。しかし1気筒でその面積を取ろうとするとバルブ径に対してシリンダーボアもそれなりに大きくしなければなりません。しかし、ボアはストロークとの関係での制約があります。その場合は2バルブを4バルブ方式に、また2気筒化を考えなければなりません。RC140シリーズは2気筒を4気筒にそして最終的には5気筒化を図りました。

当初、バルブ径を大きく取るためバルブ挟み角を大きく取りましたが、燃焼室形状とピストントップ形状との兼ね合いで、体積効率および燃焼効率が低下し、結果的に圧縮比を下げるといったことも経験しました。

なお、4バルブを選択する理由は、2バルブだと重量が重く高回転域でバルブの異常運動が発生し易いが4バルブはかなり余裕があるためです。

渥美 高回転化の為には機械的な損失の低減も大きな課題だったのでしょね。

八木 エンジンの回転を上げるには、エンジンの機械的耐久性を維持すると共に全機関損失の低減を図る必要がありますが、高回転域での体積効率の低下が最も大きな障害となっています。

私達はエンジン諸元の異なる300機種種の全機関損失のデータを基にボア、ストロークおよびクランクシャフト平均軸径の関係解析を行ないました。その結果全機関損失圧力はストロークと平均クランク軸径の積の平方根に比例し、ボアに反比例することがわかりました。この結果は、過去に新機種に対してボアのみ異なる派生機種種の全機関損失圧力はボアに反比例すると、しばしば経験していたことと一致しました。

なお、ボア、ストロークおよび平均クランク軸径の3要素の関係値を全機関損失の諸元係数と名付け、全機関損失を諸元係数で除した修正全機関損失を用い、吸気バルブ径とポンピング損失の関係を説明しました。

結論的にエンジンはショートストロークにすれば、全機関損失が低減すると共に体積効率の向上が図られるので高回転高出力を維持出来ることが確認されました。

なお、全機関損失圧力は最高出力を与える回転数

で3.2~3.6kg/cm²であれば問題ないが、これより高い場合は下げる努力が必要となります。また、低い場合は耐久性と信頼性が心配となります。

渥美 シリンダーの中に吸排気系の慣性効果をうまく使ってそれぞれの回転数で出来る丈沢山の空気を入れる。そして高速化して馬力をかせぎ、機械的損失を少なくしてアウトプット出力を稼ぐの中で燃焼効率についてはどんな研究をされて来たのですか。

八木 12000回転を例にとると1秒間にエンジンは200回転、従って1000分の5秒の間に空気と燃料を確実に吸い込み、かつその混合気を効率よく燃焼させなければなりません。そのためには、吸気バルブを確実に作動し、かつ確実に最適な点火時期を与えてやらなければなりません。このような条件の下で点火後およそ1000分の1秒で燃焼を完了して、初めて高出力が得られます。したがって、バルブ機構、点火機構など何れも極めて高精度な作動が要求されます。

ホンダは短期間に色々な燃焼室形状のエンジンを試作し研究してきました。そして各燃焼室のメリット、デメリットは常識的に心得ていましたが、ホンダなりの理解が必要とサイドバルブ型、ウエッジ型、バスタブ型、半球形型およびペントルーフ型の5種類の燃焼室について解析を行ないました。

最適点火時期を与え、指圧線図と温度線図と体積効率の測定を行い、指示平均有効圧力、気筒内の最高圧力、最高温度などを求め解析しました。その結果、燃焼効率はサイドバルブ型燃焼室が一番悪く半球形型とペントルーフ型がほぼ同じが一番良いと言う結果が得られました。

半球形型にするか、ペントルーフ型にするかは燃焼効率以外の理由、例えば、バルブ径が取れるかどうか等によって決まります。ペントルーフ型の良さはプラグ位置が真上に設定出来ると言う事と、火炎の到達距離が短くなるのでノッキングもしにくいと言うメリットもあります。又、燃焼室の形状によって着火直前の気筒内ガスの乱れ方が違い、着火遅れに差が出て最適点火時期が変わって来ます。同じ燃焼室でスキッシュがある場合と、ない場合での出力を確認すると、点火時期は異なりますが実際に火がつく着火時期はほぼ同じである為、出力の差はほとんど認められない、などと言う事も分かって来ました。

最適点火時期を与えた場合の最高圧力の位置は上死点後のほぼ13度であることも分かりました、その後この結果をもとに最適点火時 (MBT) コントロールシステムを考案しました。

渥美 レースもゴールする前に壊れてしまっただメですよ。耐久信頼性などについてはどうだったのですか。

八木 125cc 4気筒の最後のモデルRC147でクラック系の大幅な見直しをすることで、これまでにない高出力を得ました。しかし耐久性に問題がありレース出場を諦めました。その後開発したのは5気筒のRC148です。

渥美 壊れるところまで思い切って攻めて、それも一つの教材なんですよ。

八木 レースは極限の追求が出来るので大変勉強になりました。

苦勞した計測機器

渥美 量産車でやったら大騒ぎですよ。ところで性能向上をして行く上での道具立て、設備、計測器などもずい分苦勞されたのではないですか。

八木 無いなづくしでの研究室で発足し、まず10馬力のダイナモを購入し、E型のテストに入りました。このダイナモはその後、ドリームSA型、SB型350ccのテスト中にダイナモのシャフトが曲がるトラブルが発生しました。その原因は10馬力のダイナモで15馬力を計った為ですが、本田社長はその時ダイナモのシャフトとカップリングの間にトーションバーを組み込む事を指示されました。ホンダはそれ以降コスト高のダイナモを購入する事になりました。

当時のダイナモの回転数は5000回転でした。昭和32年にレーシングマシン開発のため導入した10000回転のダイナモは世界最初の高速型ダイナモメーターであります。

引き続き13000回転のダイナモを、更に昭和38年にはF-1開発のためタンデム式190kwダイナモを特注しました。タンデム式の採用はエンジンとダイナモ自身の保護のためダイナモのローターの回転マスを極力小さくするためです。

なお、その間にエンジンの回転数とトルクを自動的に設定する電子式自動制御ダイナモメーターを2基導入しました。ホンダはこの様に開発エンジン特性に合ったダイナモをメーカーに求めてきました。今日のダイナモメーターはホンダのより厳しい仕様に基づき完成したと言えます。

渥美 測定機器などはどうしたのですか。

八木 体積効率が上がったかどうかは、吸入する空気量を正しく測定する必要があります。その為、社内で丸形ノズルを製作し、その検定の為に通産省の計量研究所の基準流量計や、日立製作所において、コックス社製のキャブレターフロースタンド

の基準流量計を用いて流量検定を行って使用しました。

エンジンの吸排気管内や燃焼室内の圧力の変化を測定するために、容量型の指圧計を内作しました。その交流型アンプは、当時5~6万円もしてなかなか買ってもらえず浅沼先生や、通産省の機械試験場から借用して使った事もあります。その後、ピエゾ式指圧計を導入しました。ストレンゲージ式指圧計はサイズが大きく小型エンジンに取り付かずメーカーに改造を頼んだが断られました。

圧力波形を記録するのに最初は、横河の電磁オシログラフを使っていたのですが、年々エンジンの回転が上がるにつれて現象記録幅が狭くなり解析が困難になり、プーリー比を変えてドラムの回転数を上げたところドラムがあばれて外れることがしばしばありました、それを本田社長が一生懸命押さえられた事がありました。。昭和35年に現象を磁気テープに高速で記録し、再生を低速で行うため、当時世界最高性能と言われていた、米国のアンベックス社の磁気テープ式データレコーダーを導入しました。これは日本でも防衛庁航空研究所と東京大学の地震研究所にしか無くて、1000万円もするものでした。私が稟議書を書いて役員室に提出しても、そんな高いものは買えないと言って買ってもらえませんでした。本田社長に申し出たところ、私達が苦勞しているのを知っていたので「必要なだろー」の一言で購入する事が出来ました。当時50kwのダイナモメーターが1セットで500万円でした。この計器の導入でその後24000回転までのエンジンの現象解析も出来ました。しかし使いこなすのに担当者は大変苦勞したようです。

昭和39年にアメリカに出張した時に、レスポンスの良い赤外線温度計をNASAの協力研究機関のHUGGINS社が開発中と聞き、サンフランシスコの同社まで見に行きました。この方法は1サイクル中の温度変化の連続測定が可能で現地ですぐ購入契約をしました。

この赤外線温度計は燃焼解析に、またその後のCVCCエンジンの開発に多に役立ちました。

ヨーロッパや、アメリカでは、エンジンメーカーがエンジンの解析に行き詰まって自分達で計測器を開発しています。ノーベル賞受賞者の朝永博士が「科学とはバールを開いて真実を見極めること」と言われているが、それにはそれなりの計測器が必要となります。

F-1エンジンの開発

渥美 二輪のレースでは、世界の殆どのロードレ

ースを制覇。そして昭和39年にF-1レースへの出場を本田社長が宣言し、翌年の昭和40年にメキシコで初優勝しましたね。

八木 参戦2年目に9戦出場して最後のレースに優勝した。

渥美 しかしそれで優勝出来ると言うのはすごいポテンシャルの高さですね。

八木 最初に1.5リッター、65度V型12気筒のRA270の開発に入りました。それに先立って先行研究エンジンを試作しました。これは2気筒の250ccですがRA270と同じV型で、吸排気ポート形状はポートモデルの定常流テストで選択、その後ベンチテストでは吸排気系の最適諸元の選定などを行ないました。これらの結果は次々とRA270に適用していき、RA270の出力的な見通しがついた時点でプロトタイプのシャシーに搭載しました。そして鈴鹿サーキットに持ち込み、当時のF-1ドライバーのジャック・ブラバムさんに試乗してもらったところ、車体が重たい、整備性が悪い、エンジンのトルク特性が悪いと指摘されました。そこで、急遽シリンダー巾、カムギヤトレーン巾、カムギヤ歯数を見直し、全幅を約120mm、高さを約130mmと大幅に変更したRA271の開発に入りました。RA271は排気系の大幅な変更で最終的に最高出力222馬力/11500回転を得て1964年レースに初出場しましたが、燃料供給系のトラブルなどでリタイアしました。しかし、世界の強豪レーサーに充分対抗し得るエンジンであることが確認されました。

したがって、次に軽量化と信頼性を高めたRA272の開発に入りました。このRA272は232馬力/11500回転の高出力を得て最終戦のメキシコで優勝することが出来ました。その時のドライバーは、リッチー・ギンサーでした。

渥美 馬力を出して行く基本的な技術は二輪エンジンと個々の技術要素は変わらなかったのですね。

八木 高回転化とか馬力を出すとと言う事については、二輪と同様の手法を使えば出来ると言う自信は持って開発を始めました。

渥美 ただ二輪と四輪の運転性能の違いでトルク特性をどういうところに持って来るか、と言う事は苦労したのですね。

八木 そうなのですが、それは吸排気系のチューニングアップの問題でいかようにもなります。

渥美 例えば二輪より多気筒化されている訳ですし出力も大きいし、振動対策とか冷却性の問題とか二輪と違ったF-1の苦労があったのではないですか。

八木 それはありましたね。まずどのシリンダー

がばらついているのかを見極める為に個々の気筒にサーモカップルを埋め込んで温度測定をしました。1~2気筒の時はあまり気を使わずに済んでいたのですが12気筒もありますと、サーモカップルのちょっとした取付方で温度がバラツキそれで何が何だか分からなくなったことがあります。そこで、試作課で特製のワッシャーを作ってもらい、あらかじめ温度のキャリブレーションをすることで温度が変わることがなくなり、燃えの悪い気筒を見出すことが出来ました。計測に当たって使用する器具をあらかじめ校正しておくことの必要性を感じました。

渥美 あの頃の燃料供給系はどうしていたのですか。

八木 そうですね。インジェクションとキャブレターと両方をやっていました。最終的にはインジェクション方式を採用しました。

それともかなり問題が出たのですが何とか解決しました。

渥美 燃料通路の脈動の様なものである気筒だけ燃料が出なくなってしまう、なんて問題もあったのですか。

八木 燃料系の12気筒の燃料のデистриビューターにエアを噛んでしまい、エア抜き用のパイプを立てて、気液分離をしたり。もうレースの最中ですから一時凌ぎの解決策も多くやりました。

低公害エンジンの研究開発

渥美 同じ昭和40年に排気ガス公害の話が出て来ました。世界的な関心の高まりに対して低公害エンジンの開発を当時の本田社長に八木さんの方から提案されて、昭和41年にホンダの中にAP研究室を作られましたね。これは、社会的ニーズをいち早くキャッチされて、研究に着手され、後にCVCCエンジンを世に出したわけですけども。発足の時に、何かこういう技術要素でやれば低公害化ができるというような勝算みたいなものはあったんですか。

八木 そんな勝算は有りませんでした。ただ昭和39年頃ともなるとレースの見通しもついてきたし、我々エンジニアは今後何をなすべきかとの不安に駆られていました。しかし私は以前から社内の技術調査室からの科学情報誌と内燃機関論文集に注目していました。そして関心ある論文、今すぐ読まないが将来のための資料をアシスタントに整理させていました。これらの資料を見ていると大気汚染に関するものと自動車の排気ガス対策に関するものが次第に増えてくることに気がきました。

そもそも、大気汚染の問題は1940年代にカリフォルニア州ロサンゼルスに光化学スモッグが発生し、

その発生原因が自動車の排気ガスのHCとNOxによると指摘され、アメリカは1960年に、64年型車からブローバイガス防止装置の取り付けと、66年型車からのCOとHCの規制値を制定しました。

それはホンダがそろそろ自動車をアメリカに輸出したいとの機運の中でのことであり、アメリカの情報収集と大気汚染防止の勉強に入るべく、昭和39年にエンジン性能研究ブロックの中にAP研究グループを設けました。

昭和41年、日本の排気ガス規制基準値が制定されました。ことの重大さを知った日本自動車工業会は同年6月に安全、公害調査団をアメリカに派遣しました。その時私はホンダの代表として参加しました。訪問先はビッグスリーはじめ、HEW（保健、教育、厚生省、後にEPA）、および大学と民間の研究室でありました。フォード訪問時フォードの技術者が「日本人は気付くのは遅いが、この問題を最初に解決するのは日本の技術者でしょう」と言われたことを今も思い起こします。

そして帰国後、エンジン設計ブロックと研究ブロックのメンバーからなるAP研究室を設立し、我々は全く未経験な排気ガス対策と積極的に取り組むことになりました。

渥美 その頃の日本は日産自動車から、1000ccのサニーが売り出され、それからトヨタ自動車からカローラ1100ccが売り出されて、日本もようやく大衆車時代に入っていった、車がどんどん普及し始める頃でしたね。その頃からこういうようなAP研を作ってしまった、その先見性と言いますか、これはすごいものだと思いますけれども。

八木 まあ、調査団で向こうへ行ったら色々話している中で分かった事ですが、日本はまだまともに取り組んでいないことが分かりました。

昭和39年にAPグループをスタートするに当たって、アメリカでは、クレイトンシャーシーダイナモを使用してテストをしていることを聞いていましたから、早速クレイトンシャーシーダイナモを2台と、赤外線分析計を発注しました。

渥美 CVCC（複合渦流調速燃焼方式=Compound Vortex Controlled Combustion System）エンジンに行くつくまでにこれからの低公害エンジンとして、その他どんなアプローチをされたんですか。

八木 手始めにGMとフォード社が既に研究を進めていたエアインジェクションリアクター（AIR）システムと、クライスラー社のクリーンエアパッケージ（CAP）システムのホンダ車（S800：水冷4気筒800cc）への適合研究に入りました。しかしこれらは長期のテーマとして研究すべきもので、そんな

に簡単に出来るものではないと思いました。それと小排気量で出力中心に開発されたエンジン諸元のままでは両システムを採用する難しさをいち早く知りました。

その間に本田さんとエンジン設計ブロックから次々とアイデアが出され、そのテストに明け暮れる毎日でしたが、減速時のHC対策の一環としてのスロットルオープナーの研究などにも取り組みました。

1967年に、1970年から従来の濃度規制を重量規制に変更し、CO、HCの規制値そのものを厳しくするばかりでなく、1971年より新たにNOxが規制の対象に加えられることが告知されました。

したがって、あらためて在来エンジン（均一給気燃焼方式）に対して過濃混合気、理論混合気、希薄混合気の燃焼の見直しに入りました。その結果、過濃混合気は燃焼温度が低いのでNOxは他に比べて低いがCO、HCが多くサーマルリアクター、アフターバーナーまたは酸化触媒装置などの後処理装置などが必要となる。なおNOxも規制値に対してはこのままではクリアーしないことも明らかでありました。

理論混合気の燃焼は安定して優れているが、CO、HCの低減に対しては過濃混合気の場合と同じである。しかも、この領域はNOxが最も多量に発生するのでEGRが不可欠となる。NOxの低減法として還元触媒が有るが、酸化触媒との両立は難しい。なお空燃比制御のためにO₂センサーが必要となるがその見通しがまだ立っていない。

希薄混合気は理論的にはCO、HC、NOx全てが低くなるが、ここで問題なのは如何にして希薄混合気を燃やすかに掛かっています。

外部の多数の研究成果からその実用化の可能性について検討を行ない、当面のAP研究室の課題を整理すると共にAP研本来の業務に専念できるようにエンジン性能ブロック内に別に先行研究グループを設けました。

この先行研究グループは設計グループからのアイデアの具現化と当時のホンダの技術顧問の浅沼先生を交えてディスクッションの場を持ちながら、在来エンジンでの希薄混合気の着火を改善するあらゆる手段を試みました。しかしその可能性が乏しいとの結論に到着し層状給気燃焼方式の検討に入りました。

この燃焼方式には、単一燃焼室方式と複燃焼室方式がありますが、複燃焼室方式で対処するのが一番得策じゃないかと言うことで、本田さんに打ち明けたところ「やってみる価値が有るならやれ」と言われ、早速当時量産していた2気筒N600の片肺の改

造に着手しました。そしてテストを行なうにつれ希薄混合気の燃焼の可能性が十分に有る事が分かり、本格的な設計に入りました。

その後、見通しが明るくなった時点で本来のAP研究室との共同研究体制に入り、多くの先行研究用エンジンを試作しました。その時、私は開発効率を考え他社の量産エンジンを購入しヘッド周りのみを改造することで、いち早くテストに入りました。先行研究エンジンと言えども新規開発と同じくらい手が掛かり、なかなか本来の研究に入ることが出来ないことを過去に幾度も経験していたための手段です。

渥美 そのCVCC方式に着目してそれを色々テストしてこられた。それで本田社長は後処理方式ではだめだと言われたんですね。

八木 そうですね。

渥美 その当時のAP研といいますか、先行開発の中ではCVCCエンジンプラス何らかの後処理っていうのは考えていたんですか。

八木 私はCVCCでこれだけ厳しい規制値をクリアすることは難しく、一番いい方法は、化学的な処理による触媒方式を採用した方がいいと思っていました。そういう中で公害審議会の運輸省と、学識経験者の先生方が、「ホンダさん面白いこと（CVCC）をやっているようだが、話を聞きたい」と来られた時に、審議会の先生の一人が「ホンダさん、まさかこれ酸化触媒との組み合わせを考えているんじゃないでしょうね、触媒は何時出来るかわからない」と言われた。それを聞いたうちの執行部はびっくりして、効率の良い極限のリアクターの開発を指示されました。世に先駆けてものにしたいと言う会社の意志の中でこれは当然の事でしょう。研究は自分のところで解決可能性な、手の内の技術をベースにやらないと、他社が開発しているあれが出来ればと待っていたのでは何時まで経っても完成しないと言うことです。

私はこの層状燃焼方式のCVCCをやる前に何回かアメリカへいきFordのPROCOエンジンや、Texacoの層状燃焼を見たりしてその難しさを理解しておりました。

単一燃焼室方式で吸気行程中に、燃焼室内に生ずる吸気の旋回流に燃料を適切に噴射して着火直前の点火プラグ近傍に着火性の良い濃い混合気層を形成させようとするものにTexacoとWitzkyの方式がありますが、前者は吸気旋回流に沿って燃料を噴射することで燃焼室の周囲に隣接して設けた点火プラグ周辺に濃い混合気を形成させようとするものです。後者は、旋回流に逆らって噴射した燃料で、燃焼室中心に置かれた点火プラグ近くに濃い混合気を形成さ

せようとするものです。しかし、旋回流はエンジンの回転数や負荷によって大幅に変わるため、あらゆる運転条件に対して常に適切な燃料噴霧を点火プラグ近くに形成させることは、至難の業と言わねばなりません。

FordのPROCO方式はピストンヘッドに設けた燃焼室内に点火プラグと燃料噴射のノズルを配置し、着火直前の点火プラグ近傍に濃い混合気層を形成可能とするものですが、この方式もあらゆる条件に対して常に確実な着火と安定した燃焼を行なうことは困難と思われました。

CVCCエンジンは1969年、先行研究に始まり1972年までに多くのエンジン（2気筒700cc～V型8気筒、6600cc）を試作し、主要諸元と因子（幾何学的因子と運転因子）とエミッションおよび燃料消費率などの関係を把握しました。

当初はモード運転でNOxは良いがCO、HCをクリアし得なく、触媒を用いてのテストも行ないましたが、CVCCの燃焼プロセスを解明することで触媒を用いることなくクリアする見通しを得ました。

在来エンジンは点火時期を遅らせることで排出ガス温度を高め得たがそれは即燃料消費率の低下につながります。しかしながら、CVCCエンジンは幾何学的因子すなわち、副燃焼室容積（ V_A ）隙間全容積（ V_C ）の比（ V_A/V_C ）とトーチ孔断面積（ F_T ）と（ V_A ）の比（ F_T/V_A ）および、運転因子すなわち主、副燃焼室に供給するガス重量とその空燃比および点火時期などの組み合わせでエミッション、燃料消費率、燃焼圧力と温度および排出ガス温度特性が変化します。

トーチノズル面積と燃料消費率一定（点火時期で調整）の条件で副燃焼室の影響を見ると、副燃焼室が小さいとトーチエネルギーが小さいため主燃焼室内の燃焼は緩慢で膨張行程におよびます。したがって最高温度は低いが、排出ガス温度は高くなります。副室が大きいとトーチエネルギーが大きく主燃焼室内は急速燃焼となり最高温度は高くなりますが、排出ガス温度は低くなります。

副燃焼室容積と燃料消費率が一定で、トーチ孔径の影響を見ますと、孔径が小さい場合は吸入行程で副燃焼室を通過して主燃焼室に流入する濃い混合気は、直接主燃焼室に供給される希薄混合気と拡散し主燃焼室は一樣な希薄混合気となります。その結果主燃焼室の最高温度と排出ガス温度は低くなります。孔径が大きいと副燃焼室からの濃い混合気の流出速度は遅く、着火直前には主燃焼室のトーチノズル近傍に比較的濃い混合気すなわち、ミクスチャークラウドが形成されます。その結果主燃焼室内は膨

張行程に及ぶ緩慢燃焼となるため排出ガス温度は高くなります。

この事実を元にトーチノズル孔をコントロールする機構を考えテストしましたが、高温の燃焼室内のコントロールはやはり難しいことが分かりました。

ホンダはこの燃焼セオリーを基に触媒装置なしで1972年半ばに先行エンジン(993-3X)でアメリカの1975年排出ガス規制に適合することを実証しました。なお1972年12月、シビックCVCCのプロトタイプはEPAテストで75年規制適合が承認されました。

渥美 要するに、主燃焼室で燃焼させるエネルギーがコントロールできるってことですね。

八木 ミクスチャークラウドを要約すると、トーチノズル孔が細いと、吸気行程時副室から主室に流入する混合気の流速が早いと、副室から主室に入った濃い混合気と主室に直接供給された希薄な混合気が拡散し様な比較的希薄な混合気となる、その上燃焼行程時、副室から主室に噴出するトーチ炎スピードが速いため主室内の燃焼は不確実となる。トーチ孔が太いと副室からの流入速度が遅いため、主室のトーチノズル近辺に濃い混合気が残存し、着火直前の主室には濃い混合気と希薄な混合気の二層が形成される。また着火後のトーチ炎速度が遅いので主室内の燃焼は確実となる。主燃焼室のトーチノズル近辺に形成される比較的濃い混合気をミクスチャークラウドと名付けました。

CVCCエンジンの基本特許はこのセオリーにまつわる幾何学的因子と運転因子の数値限定が主な項目です。

渥美 結果的にはCVCCエンジンを積んだ最初のCIVICは後処理装置の為の触媒は積んでないわけですが、排気マニホールドの中でリーンリアクターみたいな感じでHCを退治していたのですよね。

八木 そうですよ。リアクターなんですよ。効率よくエキゾーストマニホールド内で反応させるために二重構造にしたり、色々苦労しました。後日必ず燃費競争になることを予測しキャタライザーの研究もしました。それが後のモデルのCVCCに役立ちました。

渥美 最初の酸化触媒無しのCVCC1と言いますか、これは当時行き渡っていなかった無鉛ガソリンでも、有鉛ガソリンでも使えたし。そういう点では、過渡期には大変にいいエンジンだったんですね。

八木 そうなんです。過渡期でしたので必要だったと思います。しかしその極限リアクターのお陰で、昭和47年の暮れには、他メーカーに先駆けて触媒無しでマスクー法75年規制に合格しました。その後大

きいエンジンに適用できるということで、ベガ(Vega)だとかインパラ(Impara)をCVCC化し、それもEPAのテストで合格しました。

渥美 昭和47年、八木さんと一緒にY・Aパテントを出しにロサンゼルスに行って、そのまま延長戦でずっと残って12月のEPAテストへ行ったんですよ。

八木 CVCCの基本的パテントはD(伊達)・Y(八木)ケースとY(八木)・A(渥美)ケースの二つがあります。前者は主にエンジンの幾何学的因子と運転因子の数値限定で後者は主に燃料供給系とその制御であります。

私はゴサックエンジンの物真似みたいでパテントを取ることは無理ではないかと最初は思いました。しかし、考えてみると開発目的の違いがあることに気がきました。

ゴサックの場合は希薄混合気の燃焼により燃料経済性の改善と使用燃料の多様化を目的としていました。この方式の、副燃焼室容量(V_A)と隙間容積(V_C)の比(V_A/V_C)は0.020から0.023と極めて小さいが着火直前の空燃比は6から10.5とかなり濃く、着火後の圧力および温度の上昇は遅い。しかし、トーチ孔断面積(F_T)と(V_A)の比(F_T/V_A)は0.023から0.040と小さいため副燃焼室内の燃焼ガスはトーチ孔から主燃焼室の希薄混合気中に高速度で噴射されます。そのため主燃焼室の燃焼は在来型エンジンに比べて極めて速い燃焼速度を得ている。その結果、燃料消費率は在来のものに比べて7から25%改善し、本来の目的を一応達成していると言われているが、排出ガス低減の観点からの評価はされていませんでした。

したがって、ホンダは排出ガス低減を主目的にエンジンの幾何学因子と運転因子の数値限定をCVCCエンジンの燃焼解析をすることで確立したミクスチャークラウドセオリーを元に行いました。幾何学的因子の中の(V_A/V_C)は0.050から0.12、(F_T/V_A)は0.04から0.16であります。

渥美 副室容積とトーチ穴の面積ですか。その辺の限定とか。ゴサックエンジンを基礎にしながら、排気ガスに対して、しかも燃費を損なわないでどのディメンジョンがいいかということを色々実験されていたんですね。

八木さんの哲学

渥美 大変なご苦労をされて、日本の内燃機関の歴史を作ってきたと言ってもいいかと思いますが、八木さんのエンジン開発に対する研究者としての哲学みたいなものはどんなものですか。一つは先ほど、本田社長がよく言ったという、

八木 基本的には「成すことによって学べ」です

ね。しかし、朝永先生が「科学とはベールの奥に秘められた真実を見極めること」と言われ、幾ら経験を積んだと言っても真実を見極めない限りは、その人の経験でしか有り得ないと言われたことを思い起こします。

本田社長は駄目ならなぜ駄目かをはっきりせよ、エンジンはお化けではないと現場でよく怒鳴っておられました。原因を解明することで、そこから次の良いアイデアが芽生えるものです。また、「失敗こそ最良の教師であり、やってみないことには教師に巡り合えない」と言われ、世界グランプリレースに出場することを決意され、その結果多くの人材が育ちました。そしてこのような人材の存在こそホンダの最も大切な財産であると云われておられました。

その他に「人は経験なしには創造できない。人は常に探究し、探求し続けなければならない」と有名なロシアの作家ハチャトリアン氏（1978年5月1日没）が言われておりますが、いずれも合い通ずるものがあります。

若い研究者に期待する事

渥美 良い成果を上げるための組織やリーダーのありかたについて、八木さんの話の中にもありましたけど、トップと一緒に苦勞しているから、研究者が何を求めているかがすぐ解って、そう言う設備を許してくれた。これなんか大変すばらしい組織の在り方だと思うんですが、こう言うのは組織とは言わないのかな。

八木 私は常に整理整頓を喧しく云ってきました。会社に入ってすぐにベル研究所の所長さんが来られ、その時「自分の研究室の蛍光灯が切れていても気付かない者は研究者として失格だ」と云われました。本田さんは朝早くから現場を良く見回り、私達が気付かない問題点をよく指摘され「心眼を開いて良く見る」と怒鳴られていました。

私は会社が小さかったため、早く主任研究員になり、またエンジン性能研究室のブロックリーダーの大役を仰せつかりました。社長は私の研究室に来られると、まず担当者にテスト結果を直接聞かれ、次に主任研究員に同じ質問をし報告内容に食い違いがあると私の所に来られ、どういう仕事のやらせ方をしているのか、時間の浪費だと怒鳴られていました。したがって、担当者にその日の結果と翌日の計画を

帰宅前に書いてもらい、主任研究員はそれをチェックして帰宅することを義務づけました。お互いのために。

社長が云われていることは「時は金なり」ということですね。しかし、社長は良く我々の仕事を理解して下さいました、当たり前のことかも知れませんがとにかく真剣でしたね。

本田社長が朝早いと云いましたが、何回かのフォード訪問で重役の方の出勤の早いには驚きました。従って私達は朝4時に起床し訪問したものです。

渥美 これから開発のための道具立てというのはどんどん難しくなりますし、専門的に細分化されてしまって「木を見て森を見ず」ということにもなりかねないと思いますが。

八木 アメリカではテクニシャンという立場の人がきちんとしたデータを取り、研究者は良くデータを理解しておられます。日本の研究者はなんでもこなしますが、なにか半端な所がありますね。計測器にしても外観的に立派な物を使用していますが、向こうはバラックセットの計測器の特性を良く理解し使いこなしています。

感謝

渥美 まあ、そういうところが次世代の研究者に期待するところでしょうか。

最後になりますが、八木さんは家庭をほっぽりだして、仕事一途に取り組みに来てと思います。家族の方々の相当な協力がなければ、ここまでやってこれなかったと思いますが、ご家族の方々に感謝の言葉などございましたら伺いたいのですが。

八木 よく家内に怒られますよ。「あなたが一筋に研究できるようにと、若い頃には必死になりふり構わず家庭を守ってきた。」と。退職後「少しは楽をさせてもらるかと思ったけれど、未だに何かやっている。いつになったら決まりがつくのですか。」と言われてますよ。歳も行ったし遅すぎたという感じもしますけど、まあ飲んだ時には、「常に女房に感謝している。」と言っているんですけど、女房は、「心で思っているだけじゃだめ、言葉で表現してください」と要求されています。まあ、そりゃあ感謝します、本当にね。

渥美 長い間ありがとうございました。