

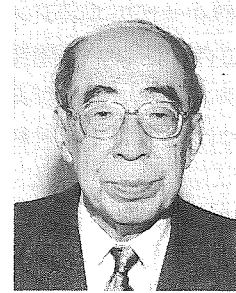
自動車用小型エンジンの開発

せき しん じ
関 眞 治 氏

インタビュアー：本山彦一氏（三菱自動車工業㈱取締役トラック・バス開発本部副本部長）
清田雄彦氏（同取締役乗用車開発本部副本部長）
時：平成7年12月1日 於：三菱自動車工業㈱ 京都技術本館

プロフィール

大正 9年 (1920年) 7月30日大阪市に生まれる
昭和17年 9月 京都帝国大学工学部機械工学科卒業
昭和17年 9月 三菱重工業㈱入社
昭和45年 6月 三菱自動車工業㈱乗用車事業部第一技術センター設計部長
昭和54年 6月 同社取締役開発本部副本部長
昭和56年 6月 同社常務取締役開発本部長
昭和58年 6月 同社取締役副社長開発本部長兼品質保証本部長
昭和62年 6月 日本自動車エンジニアリング㈱[現三菱自動車エンジニアリング㈱] 代表取締役会長
平成 3年 6月 三菱自動車エンジニアリング㈱取締役相談役
平成 5年 6月 同社取締役相談役退任、現在に至る



主な公職・団体職

昭和55年～昭和57年 財団法人 自動車走行電子技術協会理事
昭和56年～昭和58年 財団法人 日本電動車両協会理事
昭和61年～昭和63年 社団法人 自動車技術会会長
昭和61年～昭和63年 国際自動車技術者会議(F I S I T A)理事
昭和61年～昭和63年 日本工業標準調査会委員並びに同会自動車・航空部会長
栄誉 昭和61年 4月 科学技術庁長官賞受賞
昭和62年 4月 藍綬褒章を賜る
平成元年 2月 米国自動車技術会(SAE)よりFELLOW称号授与される
平成 4年 4月 勲三等瑞宝章を授与される

主な業績

- (1) 三菱が米国ウィリス・オーバーランド社と技術提携して国産化していたジープ用ガソリンエンジンをベースに、航空機エンジンの技術なども応用して当時の燃料事情に適合する小型高速4気筒ディーゼルエンジンKE31を昭和33年に開発し、小型トラックに搭載された。このエンジンは2気筒・6気筒にも展開され、小型トラック用・産業用など広い分野で実用された。
- (2) 昭和30年代後半からは多数の乗用車系エンジンの開発をとおして、技術の発展とモータリゼーションの興隆に寄与された。代表的エンジンである4G3エンジンは基本構造の先見性と要素技術の先進性により技術的陳腐化が少なく、昭和44の出現以来現在までの26年間にわたり430万台生産された。
- (3) 昭和45年からは乗用車・商用車の開発を担当され、昭和51年にギャランΣ・Λ、昭和53年にミラージュのほか、多数の新型車を開発された。
- (4) 昭和54年からはトラック・バスの開発を手がけられ、デザイン、ボデー・フレーム構造、サスペンションの近代化を図った大型観光バス(エアロバスシリーズ)を開発された。
- (5) また自動車技術会会長など諸団体の役員として、技術の発展に寄与された。

▶ 関 眞治氏インタビュー概要 ◀

昭和17年に三菱重工業名古屋航空機製作所に入社された。同年に休職して海軍航空技術廠に短期現役士官として入り、発動機部でジェットエンジンの主要コンポである排気タービン過給機の開発に従事された。当時開発中のジェットエンジンが、極秘に取り寄せた断面写真によりBMW003型ジェットエンジンと同じ構造であることが分かっていたが、昭和19年10月三菱重工名古屋航空機製作所に復職され、このエンジンの完成は見届けられなかった。

昭和20年10月末に三菱重工業京都機器製作所に移り、昭和21年に出現した4トン積みトラックの車体の開発を担当された。このトラックはガソリンエンジンだったが、当時の燃料事情から経済性に優れたディーゼルエンジンを開発することになり、直列4気筒予燃焼室式5,320ccのKE5型が開発された。このエンジンで開発を担当された噴射ポンプは、ボッシュB型と同じ大きさで、噴射量を制御するプランジャに特長があり、リードをつけず斜めにカットしたプランジャで噴射初めを制御し、後ろ側につけたT溝で噴射終わりを制御するという独特の構造であった。

昭和33年には、当時三菱が米国ウィリス・オーバーランド社と技術提携し国産化していたジープ用ガソリンエンジンのストロークが長く、ヘッドが頑丈で背が高いことに着目し、これをベースにした予燃焼室式2,199ccのKE31型ディーゼルエンジンを開発し、小型トラックに搭載された。

このエンジンはガソリンエンジンとシリンダブロックを共用したため、燃焼圧力が高くてもシリンダ径やシリンダ間隔の制約からメインジャーナルを太くできず、クランクシャフトにクロム・モリブデン鋼を使用し、ショットピーニングとフィレットロールで強度を確保された。

更に、それまでの削り出し厚肉ケルメットを使用するとメインジャーナルが細くなることを避けるため、当時の新技術である薄肉ケルメットを採用された。

また、シリンダブロックはサイアミーズでスリーブを入れない構造のため、シリンダの偏磨耗、ヘッドガスケットの信頼性の問題、弁まわりの熱応力などの困難もあった。

噴射ポンプは、噴射量の増加とともに噴射始めと終わりの両方が制御できる両リードのプランジャを採用してタイマを廃止し、ポンプ本体をエンジンのタイミングギアケースに直結してコンパクトにするなどの工夫により、高精度で小型・軽量のポンプを開発された。

ガソリンエンジンのディーゼル化は当時としては先進的発想であるが、創意工夫と実証的な取り組みにより幾多の困難を克服し、小型・軽量・高速・高出力のディーゼルエンジンKE31が完成し、昭和34年に自動車技術会技術賞を受賞された。

昭和36年には、これを6気筒化したKE36型3,299ccを開発されたほか、2気筒にも展開され、このシリーズのエンジンは小型トラック用・産業用として長く生産された。

昭和38年に小型トラック用の渦流室式4気筒1,995ccのKE41型ディーゼルエンジンを開発された。このエンジンは、リッタ当りの出力が当時の世界最高水準であった。

KE41用の燃料噴射ポンプとして、分配型のシルトポンプを技術導入し、実用化された。シルトポンプは油圧式自動タイマーを備え、燃料分配性能、ガバナー性能ともに優れていたが、各部の潤滑に燃料を使用するため燃料性状に敏感な特性があり、当時の粗悪燃料使用に伴う対策に苦心された。

乗用車用エンジンは多くの機種を開発されたが、昭和44年の4G3シリーズエンジンが最も傑作で、このエンジンは1,289ccと1,499ccで出現したが、後年1,200~1,800ccまでカバーし、幾多の改良を加えて現在までの26年間で430万台生産された。開発当初の基本緒元を決める際、将来排気量を大きくできるようなボア・ストロークとセンターディスタンス、ややロングストローク目の設定が成功の要因。また吸排気クロスフロー、球型燃焼室、オーバヘッドカムシャフト、タイミングチェーン駆動など先進技術の採用により技術的な陳腐化が少なく、排出ガス対策、燃費対策など時代に応じて容易に対応で

きる素性のよさが先見性の所以である。

昭和35年NSUでバンケルエンジンを調査し、試作エンジン搭載車に試乗された。このエンジンは未完成で試作研究費を多額に要することや、アベックスシールの磨耗などに疑問があり否定的見解を示され、会社としては技術導入を見合わせる事となった。

蒸気自動車ができ約100年後に現在の4サイクルガソリンエンジン自動車が出現し、その後既に100年以上が経過している。マクロで見れば100年位の周期で飛躍的な新技術が登場してきたが、自動車用エンジンの場合はこれがまだ見えて来ない。次の飛躍的な技術開発を怠り、安穩としているべきではないが、現在の燃料事情から、レシプロエンジンより優れた技術の芽が出にくいようだ。

ハイブリッド電気自動車などが研究されているが、まだ課題が多くあり、次の本命となる自動車の姿がまだ見えていない。現在の自動車がここまで発達しているので、道路などを含めた交通体系全体のインフラの問題も大きく、レシプロエンジンにも残された課題も多々あることから、しばらくは現在の技術の改良が本流であろう。

会社自らがどのような会社になろうとするのか、指向性や方針・戦略を明らかにすべきであるが、エンジニアのあり方として、これに整合する技術戦略が必要で、これを具現化できるように日々先のことをよく考えておくこと。

次世代を担うエンジンエンジニアの育成が課題である。機械技術は過去の積み重ねの上に少しずつ進歩する地味な技術であることを解らせることが重要であり、そのためには、初歩の段階でその分野の基礎的なことを実習で十分理解させ、同時に過去の技術の進歩を系統的に学ばせることが、自分の頭で考えることのできる若い人を育成する上での基本である。独創や創造はこの上に成立することを認識しておくこと。

また、失敗をしても、それが本人の将来のためになるような後始末のさせかたや、現象の本質を普遍化させることが指導的立場にある人にとって重要である。

エンジンの開発については、生産設備の投資が高額であり、その改修にも多くを要するので、長期間にわたって使えるものを開発する必要がある。また世界中のどのような環境や使用条件下でも信頼できるものであることが絶対条件である。

エンジニアの基本は謙虚で誠実であること。今でも基本的なことで分からないことがいっぱいあるのだから、少し分かったからといって慢心しないこと。

4 - 7 自動車用小型エンジンの開発

関 眞治氏

本山 今日京都までおいで戴きまして有難うございます。ご案内のとおり自動車技術史委員会が設けられまして、自動車技術に大きな貢献をされた方の重要な技術的事跡を後世に残していこうということになりました。

関さんは三菱に入社されてから、戦中の一時期を除き、ずっと自動車の開発に携わってこられました。担当された分野を大まかに整理してみますと、昭和45年までは、ここ京都でエンジンの開発を担当され、同年に車体の設計部長として愛知県岡崎市の第一技術センター（現在は乗用車技術センター）に移られまして、昭和50年に所長になられ、その後、昭和54年に役員に就任されるまでの9年間は、岡崎で乗用車の開発を担当されました。

役員ご就任にともない東京に移られましてからは、開発本部副本部長として主にトラック・バスの開発をご担当されました。

常務にご就任の昭和56年から、昭和62年に三菱自動車工業副社長をご退任されるまでは、開発全般の総指揮をとられまして、大変幅広く業績をあげられました。

今日は自動車技術史委員会からの依頼によりまして、直接ご担当されたエンジンの開発についてのお話を伺いたいと思います。今年がたまたま戦後50年の節目にあたるわけですが、初めに戦中から終戦直後のお話を伺いましてから、本題であります自動車用エンジンの開発について、戦後の自動車産業の揺籃期におけるエンジンの開発と、モータリゼーション期における乗用車用エンジンの開発、という二つのテーマを中心に伺いたいと思います。

また自動車開発の先達として、自動車に関連する新技術の将来展望、最後にエンジンエンジニアの人材育成と心得といったようなことを伺わせていただければと思っております。

私と清田君の二人でお伺いしますので、よろしくお願いします。

<プロローグ>

清田 それでは最初に関さんが大学を卒業され、研究開発の技術者としてスタートをされました戦中・戦後の頃のことをお聞きしたいと思います。

関 僕は昭和17年に三菱重工に入社して名古屋にきました。名古屋の三菱重工は名古屋発動機製作所と名古屋航空機製作所に分かれていまして、僕は大学の機械工学科を卒業したので発動機製作所の方に行こうと思っていましたが、航空機製作所の方が人が足りなかったせいかこちらの方に入れられたのですよ。

ところが入社後に休職して2年短期現役士官で入った海軍航空技術廠では発動機部でした。発動機部には一課・二課があって、研究的要素の強い仕事をしていましたが、私が配属されたのは二課で、エンジンの高空性能とか、排気タービンやタービンロケット、要するにジェットエンジンなどを研究している課でした。

そこで僕は、排気タービン過給器の開発をやりました。急いで戦争に間に合わせる事が求められましたが、参考になる理論が少なく、また強靱鋼や耐熱鋼などの材料が乏しいため、色々苦労しました。

一番の思い出は、二課をあげて研究していたジェットエンジンのことです。コンプレッサを遠心式にするか軸流式にするかが問題でした。超大型の排気タービン過給器の過給器とタービンの間に燃焼室を配置した構造のタービンロケットの試作に入りかけた時、軸流式にすべきだという意見が強くなりました。

ちょうどその頃、極秘にドイツから取り寄せていたBMW003ジェットエンジンが輸送中沈められ

て実物は入手できなくなりましたが、別便で小さな断面写真が届きました。拡大して詳細を調べましたが、軸流式でした。やはりそうかと感無量でした。昭和19年夏のことです。

この頃に三菱に復職しましたので、私のジェットエンジンの研究はここで終わりましたが、このエンジンは一応完成し、終戦前に「橘花」に搭載されて試験飛行に成功したと聞いています。

本山 三菱に復職されてからは、どのような仕事をされたのですか。

関 昭和19年10月に再び名古屋航空機製作所に帰ってきました。そこで当時の技術部長だった河野文彦さん（後に三菱重工会長 故人）が、「君は海軍でエンジンをやってたんだ。そのうちに名古屋発動機製作所の方に転勤にするから、そのつもりでいてくれ」と言われ、しばらくは第二設計課長の堀越二郎さん（後に三菱重工航空機特殊車両事業部顧問 故人）のところで、次期艦上戦闘機の「烈風」に排気タービン過給機をつけた高高度戦闘機A7M3-Jの開発に専念していました。

次第に戦局が緊迫していき、信州松本への疎開や何やらでゴタゴタして、僕が名古屋発動機製作所へ転勤する話は立ち消えになってしまいました。それで終戦まで松本へ疎開したまま、名古屋航空機製作所にいたわけです。

<戦後第一世代のディーゼルエンジン開発>

清田 京都にはいつ頃おいでになられたのですか。

関 終戦になって何もすることがないのでしばらく松本にいたわけですが、昭和20年10月末に、三菱重工京都機器製作所でトラックをつくるので名古屋航空機製作所から手伝いに行こうか、ということで加藤晴明さん（後に三菱自工乗用車事業部長代理 故人）を中心として10人程が来ました。京都では「ふそうKT1」という4トン積みトラックの車体側の開発をしましたが、正式に京都機器製作所へ転勤したのは昭和21年の4月でした。

僕はいつも先輩から「お前は一体エンジン屋か機体屋か」と言われましてね。海軍にいた時はエンジン屋で、三菱では名古屋航空機製作所で機体屋でしょ。京都では名古屋航空機製作所から来たということで車体を担当することになり、ともかく昭和21年にKT1を造ったのです。昭和23年には改良型のKT2を造り、さらにKT3を造ろうとしていた矢先、例のドッジラインで京都ではトラックを造らないことになりました。昭和24年のことです。

本山 KT1、KT2合わせて1,271台生産していますが、これらトラック用エンジンの開発はどうなっていたのですか。

関 三菱重工東京機器製作所で設計された図面で造ったのです。GB38型と言って水冷直列4気筒、3810cc、62馬力のガソリンエンジンです。GB38はその後68馬力にアップしてGB38Dとなり、トラックの生産打ち切り後も、一般産業用として昭和29年まで生産されました。

当時の日本は外貨が不足してしまっていて、石油はまだ貴重な時代でした。このような経済状態に合わせて、KT3用に先行開発していたKE5というディーゼルエンジンが昭和24年に生産されましたが、このエンジンを開発するときには私はエンジン屋に転向したわけです。KT3は中止になりましたけれども、このKE5ディーゼルエンジンは、日産自動車の4トン積みトラックとバス用に供給したのです。

KE5はボア・ストロークが110×140、4気筒5320ccです。私は三菱重工川崎機器製作所の佐次国三さん（後に三菱自工取締役トラック・バス生産本部副本部長）が予燃焼室の権威でしたので、予燃焼室の中でどういうふうに燃焼し、主燃焼室の中でどう燃焼するのか、燃焼割合はどのくらいを考えればいいのか、などを教わりながら開発したのです。

KE5はその後5812ccへ排気量アップしてKE21となり、更に馬力アップしてKE25へと進展していきました。エンジン本体の開発は内海八郎さん（後に三菱テクノサービス社長 故人）が担当し、僕はそのとき噴射ポンプや噴射ノズルの開発を担当していました。当時は独特の三菱型噴射ポンプでして、ボッシュのB型と同じような大きさですが、噴射量を制御するプランジャがボッシュとは違ったスリットの切り方をしている噴射ポンプでしたね。

清田 両リードのやつですか。

関 いやそれではなくて直線でカットして後ろ側にT溝がついている。噴射終わりはこのT溝で制御されて、斜めにカットしたプランジャで噴射初めをコントロールするようになっていましたね。

本山 噴射終わりが一定ですね。

関 噴射終わりが一定の方がタイマがいなくなるという利点がありまして、戦車のエンジンに使っていた方式をそのまま使ったてみましたが、始動の時はかなり噴射時期を早めないとうまく始動しないものですから、やはりタイマを付けてやっていました。

清田 三菱のオリジナルですか。

関 戦争中、戦車用にオリジナルで造ったものです。プランジャにリードをつけて切るよりも、直線で切る方が楽ですからね。それで噴射初めがその位置でコントロールされ、裏側に切っておいた縦溝を噴射終わりの位置にしたのです。そういうプランジャでやっていたのが、この頃の噴射ポンプでした。

KE5、KE21、KE25まではこのタイプを使っていましたが、KE31エンジンを開発の時に、我々の手で一回り小さいボッシュのA型タイプのプランジャにしようと考えました。しかしKE31は非常に小さいので、タイマが付けにくいのですよ。そこで噴射量の増加とともに、噴射始めと終わりの両方が制御できる両リードのプランジャを採用してタイマを廃止しました。噴射初め、噴射終わりの両方をコントロールしてやろうと思いましたがね。

本山 私が会社に入った時、これが三菱の自慢だといって誰かに説明を聞きましたよ。

関 それでKE31用には、タイマなしで噴射ポンプを造ったのです。

清田 ポンプはどこで生産していたのですか。

関 三菱の京都製作所(昭和35年に京都機器製作所から所名変更)ですよ。当時の工場は木造で、西村真船さん(後に三菱自工取締役情報システム部長)が中心になって噴射ポンプとノズルを造りました。

このプランジャのもう一つの特徴は、ボッシュのものは浸炭でしたが、私は航空機エンジンの技術を使って窒化にしました。窒化の方がずっとビッカース硬度が高いですからね。しかし硬度が高いので当てるとすぐ欠けましてね、ラッピングなんかもその工場で行っていました。

本山 あの当時、噴射圧力はどのくらいでしたか。

関 IDIですから120気圧くらいです。今トラック用のDIは1000気圧ですね。

本山 トラック用の直噴は確かに今はもう1000気圧を越えましたから、もう3、4年したら1500気圧までいくかも知れませんね。

清田 乗用車用は今は列型から分配型になっていますが、分配型でもDI用は1300気圧まで高圧化できるようになりました。

本山 ガバナはどうだったんですか。

関 ガバナはオールスピードガバナではなくて、最初は2速ガバナでした。アイドルコントロールと最高速コントロールだけがガバナが効いて、途中のところは効かないわけですよ。だからこの途中のところはアクセルペダルで噴射量がダイレクトに変わる。産業機械用の回転数の低いものはオールスピードガバナで、途中の効かない部分がない。ただし、回転範囲のちょっと広いものはどうしても2速ガバナしかできないので、2速ガバナで行っていたのですが、どうも重くてしようがなかった。

そこで吸気管にスロットルをつけてダイヤフラムでプランジャを動かすと、オールスピードガバナが安くできるだろうと考えてやってみましたが、ダイヤフラムの材質が非常に難しく、当時山羊の皮でしかできませんでした。色々なゴムを試みましたが、今のようによく合成ゴムができていないので、どれもだめでしたね。

ニューマチックガバナというのは本当はいい加減なものだけど、しかし便利なもので、それでKE31はダブルリードでタイマのないA型噴射ポンプをエンジンのタイミングギアケースに直結してコンパクトにしたわけです。ところが噴射管が複雑なレイアウトになってしまいました。

噴射タイミングを各気筒同じにするために噴射管の長さを同一にすれば全体が長くなり、3600rpmで回すと噴射管が振動で折れるんですよ。これには随分苦労しました。あっちこちにクリップをつ

けて止めてみたり、いろいろ対策をやりました。

本山 最後に完全に対策できていましたね。

関 そう、首っ玉の造り方や何かをかなり工夫して対策しました。沼津の白井国際産業で噴射管を造ってもらっていたので、箱根での試験中に噴射管が折れると、白井国際へ飛び込んでその場で造ってもらったことなど、今では懐かしい思い出です。

＜戦後第二世代としての小型高速ディーゼルエンジンの開発＞

清田 先のお話の中でできましたが、昭和33年に生産を開始したKE31エンジンの開発について伺いたいと思います。KE5をベースとしたものを第一世代としますと、KE31は第二世代とも言える画期的な小型高速ディーゼルエンジンでして、三菱では初の自動車技術会技術賞を受賞したわけですが。

関 開発の動機ですがね、三菱が米国のウィリス・オーバーランド社と技術提携してジープの国産化に乗り出し、同社のガソリンエンジンであるハリケーンエンジンを国産化したのがJH4エンジンです。ジャパニーズハリケーンということでJH4と命名したわけですが、これの運輸省審査を受けたのが昭和29年で、その当時、経済性に優れたディーゼルエンジンでないと日本の市場に適さないということでKE31の開発を始めました。

加太光邦さん（後に京都製作所副所長）が技術部次長でして、加太さんが「このジープのエンジンは変なエンジンだな、えらいロングストロークだぞ」とおっしゃる。僕は「F型バルブ配置であっちこっちにバルブがあるおかしなエンジンだけど、ストロークが長いから圧縮比はとり易いし、ヘッドも割合にガッチリしていて背が高いので、燃焼室もできそうだし、うまくやればディーゼルエンジンになるかもしれませんよ」と提案したのです。

予燃焼室の理論がよく分からないので、ヘッドの設計には大変苦心しましたが、とにかく予燃焼室を造り、先端に少し大きめの三つ穴をあけて回してみました。そうしたらえらく始動がいいんだな、ディーゼルのくせに。そのかわり全然馬力が出なくて、ものすごい煙が出ました。（笑）

さてどうやって馬力を出すか、予燃焼室をああでもないこうでもない色々工夫したが、パワーが出ると始動が悪いのですよ。予燃焼室というのは、始動とパワーをどこで妥協させるかが課題でした。また、予燃焼室の先端の三つ穴の間が溶けて亀裂を起こす不具合も多発しました。

清田 そのころ渦流室のことは考えておられなかったのですか。

関 渦流室はまだ全然考えていませんでした。

清田 世の中にはあったのですか。

関 ありませんでした。ベントにOM636というエンジンがありましたが、予燃焼室の中に玉が入ってましてね。京都大学の長尾不二夫先生（後に名誉教授 故人）は、あれは焼き玉だよと言われていました。あの理屈はよく分かりません。球へ向かって噴霧をぶつけていることは間違いなし、直噴でのエムフェアファーレンみたいなことを予燃焼室の中でやってるように思いました。エムフェアファーレンだって直噴で、モイラーさんのはフィスターに噴霧をかけて、そこで蒸発燃焼を起こしてらっしゃるでしょう。予燃焼室か焼き玉かわからないのがベントでしたよね。KE31は予燃焼室を細長くしました。ベントの方がコンパクトでしたけどね。

本山 ガソリンベースのディーゼルエンジンは、相当後の時代になって世界中がみんなやったでしょう。KE31は世界で初めてじゃないですか。

関 初めてですね。何故そういうことができたかという、ロングストロークでシリンダブロックのスカート部がしっかりついていて、ディーゼル向きだったんですよね。

ただ非常に苦心したのは、シリンダブロックをガソリンエンジンと共用化したので、シリンダ径やシリンダ間隔の制約から燃焼圧力が高いにもかかわらず、クランクシャフトを太くすることができなかったことです。メインジャーナルが細いために、クランクシャフトが折れて苦労しましたよ。そうかといって、まだ海のものとも山のものとも分からないディーゼルを開発するのに、JH4に対してボア・ストロークを変えてジープから離れたものをつくる勇気はありませんでした。

ともかく、整備性を考えてシリンダからコンロッドが抜けるような範囲内で何とかするために、結局クロム・モリブデン鋼を使い、ショットピーニングとフィレットロールで克服できましたが、KE 31の開発で一番の苦労したのは、クランクシャフトが折れることでした。

本山 計算上も折れたんですか、やはり……。

関 折れたから計算したんですよ。その頃は終戦後の世の中だから物事は実証主義というか、いつも僕が言っていることですが、いらない理屈なんか考えているよりも先にやってから理屈を考えることでよいと。折れたら太くするか強い材料を使うか、どっちかしかないやないか、ということで計算はあまりしませんでしたね。当時はタイガー計算機でガチャガチャやる時代で、時間がかかってしょうがありませんしね。

振動や振じりについては中村裕一君（現三菱自工会長）がようやく理論を導入してくれました。中村君は京大の榎木義一先生（後に名誉教授）のところで振動理論をやってきたから、彼にクランクシャフトとフライホイールを見せて、慣性モーメントはどのくらいかと聞くと、目検討でこのくらいでしょう、と答えてくれるんです。彼の言う慣性モーメントを使って計算すると合うんですよ。そういうところから始めたのですが、とにかくクランクシャフトで非常に苦勞しました。

またKE 5、KE 25までのメインジャーナルメタルは削り出しの厚肉ケルメットでした。KE 31ではクランクシャフトを太くするため薄肉ケルメットを採用しましたが、周長を少し長くし、クラッシュ量をどのくらいにするかなど、うまく密着させる方法について大分悩みました。

清田 今は設計標準がありますけど、その頃はまだ標準がなかったのですね。

関 何もなかったものね。あの頃は本当に手探りでした。

清田 薄肉ケルメットは、その頃には一般的に使っていたのですか。

関 ケルメットそのものはもう航空機で使っていました。京都ではKE 5からケルメットを使いましたが、薄肉のケルメットというのは、その当時非常に新しい技術でしたね。

本山 インジウムメッキというのは、航空機で使っていたのですか。

関 航空機ではまだやっていませんでした。やりかけていたが、まだ実際に使っているのはほとんどケルメットでしたね。

本山 銀メッキというのもありましたね。

関 ありました。しかし実用はしていなかったはずですよ。

本山 それじゃ、あの薄いシールのメタルをやりだしたのはこの頃ですか。

関 そうです。ジープ用が薄肉のメタルだったから、ケルメットもそれでやらざるを得なかったわけ。クランクシャフトが折れるんだから余計にね……。

清田 回転数はどれ位でしたか。

関 3600回転。ついでにKE 5は2200回転でした。

清田 かなり高速で回るようになったのですね。

本山 トラック・バス用から見て、今でも速いですよ。

関 昭和33年に出た時は3500回転の56馬力だった。その翌年に3600回転の61馬力までいきましたよ。シリンダ容積1リットル当りの出力は27.7馬力、出力1馬力当りの重量は3.61キログラムでした。当時ベンツの190Dディーゼル乗用車に搭載していたOM621エンジンにも負けない高性能でしたよ。

清田 昔はスモークセツトはボッシュナンバーでどのくらいだったのですか。

関 ボッシュナンバーというものは、まだ決まっていなかった。目で見て適当にやっていたから、いい加減なもんですよ。噴射量調整スクリューのストッパは、割りピンが入っているだけの構造でしたから、ユーザが勝手に緩めていましたよ。

本山 私が入社した時に「ガバナの安定率が悪いから何とかしろ」と言って実験をやらされましたよ。その時は、何のことやら分かりませんでした。

関 色々なエピソードがあり、話せばきりがありませんが、鑄造の松原和男君（後に京都製作所鑄造部長）がエンジン運転場へ来て、「こんなところに立っると危ないぞ。お前の設計した高速エンジンだから、俺の造ったフライホイールは保証せんぞ。フライホイールからちょっと遠ざかっけ」

とこう言うんだ。しかしKE31では、フライホイールのトラブルはなかったように思っています。

昭和36年にKE31を6気筒にしました。これは山川浅彦君(後に京都製作所品質管理部主査)なんか随分よくやってくれたのですが、6気筒にしたKE36ではクランクシャフトが折れないんですよ。やはり4気筒というのは、爆発の振動と振じりでクランクシャフトはつらいのでね。KE36のクランクシャフトはフニャフニャなんで、すぐに折れるだろうと思っていましたが折れなかった。そのためにトラックのジュピターのKE36搭載車は、評判がよかった。

本山 昔はみな4気筒でしょう。KE36は随分小さい排気量の6気筒ですが、思い切ったものですね。

関 こんな小さな6気筒は、世界に類例をみないですね。

本山 どうして6気筒にしたいと思われたんですか。

関 KE31を造ってみて、これをベースに6気筒にするには投資があまり要らなかったからですよ。だから製造ラインはトロッコで押して行って、順番に組み立てていくような極めて簡単なラインでした。部品はKE31と共用化しました。ところが生産が間に合わないほどよく売れたので、こんなによく売れるのなら、初めから新しい生産ラインを作っておけばよかったと思ったものです。(笑)

僕自身の経験としては、6気筒エンジンは何と開発が易しいことか、4気筒のエンジンの方がはるかに難しいと思いましたね。

清田 ジープのライセンス契約で、エンジンをディーゼル化することに問題はなかったのですか。

関 契約上の問題はありませんでした。KE31というのはJH4とは全く別のエンジンであるということ。ディーゼル化で共用にしたのは、シリンダブロックだけです。そのシリンダブロックがサイアミーズでなかったら、クランクシャフトは折れないようにできたでしょうね。またサイアミーズでスリーブのないディーゼルをつくろうとしたものだから、シリンダの偏摩耗やヘッドガasketの信頼性などにも苦心しましたよね。

燃焼については先ほどお話ししましたが、他にはシリンダヘッドの弁まわりの熱応力低減のため、水路の設計にも随分苦心しました。

本山 今やっている基本的なことは、全部入っていますね。

関 開発当時の所長は面白い人でしてね。「試験研究費なんかいるもんか、ちょろまかして造ってしまえよ」と言われ、さすがに僕はそれにはまいりましたけど。試験研究費も少なく、苦しい経営だったと思いますが、それだけに予算管理もきちんとやりました。そんな時代でしたよ。

(参考) KE31:直列4気筒 予燃焼室式79.4φ×111.1 2199cc

KE36:直列6気筒 予燃焼室式79.4φ×111.1 3299cc

<第三世代のディーゼルエンジン開発>

清田 KE31・36までを戦後の第二世代としますと、次の世代はモータリゼーション期にさしかかった時期ですが、これに先がけて開発されたKE41は、第三世代のディーゼルエンジンと言えると思います。このエンジンは、リッター当りの出力が当時の世界最高水準でした。

関 KE31・36に味をしめて、昭和38年に生産開始したKE41の開発に入っていくわけです。KE41は渦流室式4気筒でボア・ストロークが84×90の1995ccですが、KE36とは対照的な面で随分苦労したところがあるんです。今から考えるとやはり熱物に懲りてなますを吹いたところがありまして、クランクが太いことと、その他にもう一つ間違っただけかと思ってるのはメタルの幅と直径の関係ですね。クランクを太くしたのだからメタルの幅を相対的に小さくした。これはメタルの圧力分布のためには非常に悪いことで、油量を増やさないと油温が上がり、メタル焼けが起こるんですよ。プレーンメタルは幅と径の関係が非常に重要です。このエンジンはそれに苦労したのです。

<SILTO燃料噴射ポンプについて>

関 これもなますを吹いた方のことですが、KE41に採用して失敗したのがシルトポンプです。シ

ルトポンプというのは噴射量制御と调速作用を独特の油圧制御で行うもので、一本のプランジャが二段構造になっており、燃料噴射用のメインプランジャ部分とシャトルバルブを作動させるガバナプランジャ部分で構成されていて、これが独特のリキッドストップと称するハイドロリックガバナを構成しています。油圧式自動タイマも備えており、燃料分配性能、ガバナ性能ともに申し分のないものでした。しかし、単一プランジャによる分配型燃料ポンプでは、各部の潤滑にも燃料そのものが使用されているので、燃料性状に非常に敏感な欠点がありました。

あの当時、まだ燃料事情が悪く、国内では灯油を混入した軽油が使用されたり、海外では水分が多く混じった燃料が使われていたので、潤滑がうまくいかず磨耗の問題が多く発生しました。その後、水分離フィルタができましたので、それからは何とかもつようになりましたが、水分離フィルタができる前に取り組んだのがミスで、今のように燃料の性状がよく、水分離フィルタがあればシルトポンプは成功しただろうと思っていますけどね。しかし、おもしろい噴射ポンプであったことは間違いありません。

本山 これも分配型ポンプのはしりですか。

関 そうです。僕は小型ディーゼルエンジンの進歩のために、小型噴射ポンプの必要性を感じていました。昭和35年にヨーロッパ各地の自動車メーカ、部品メーカ、研究所などを訪問したのですが、その直前にフランス人P. ペシエールという人が発明したシルトポンプについて情報を得ていましたので、訪問先で燃料噴射のことをやってる人とシルトポンプについてディスカッションしたのです。シルトという噴射ポンプをどう思うかと聞いたら、非常にいい噴射ポンプだ、あれはおもしろいぞという返事が返ってきたので、日本に持ち帰りました。金子靖雄君（現関東学院大学教授）に研究してもらい、その後を岡本竜太郎君（後に三菱自工副社長）が引き継いで実用化しました。リキッドストップという原理が非常におもしろいポンプでした。

三菱ではシルトより前からボッシュタイプの単筒の噴射ポンプを内製していて、船用などにも供給していましたが、通産省の方針に従って燃料噴射ポンプは噴射ポンプメーカに任せることになり、撤退しました。

<乗用車用エンジンの開発>

清田 昭和40年代から日本も本格的なモータリゼーションが興りましたが、私が入社した当時、新しい乗用車用ガソリンエンジンの研究・開発で大変な熱気だったように思います。この時期のエンジン開発についてお伺いします。

関 私の歩んできた道でエンジンを振り返ると、最初のエンジンがジープのF型ヘッドのエンジンだったわけです。次にローカムシャフト構造のKE31・36を造った。それから発展してKE41でハイカムシャフトに変わっていますね。その前後の三菱のエンジンは全部ハイカムシャフトに変わっている。燃焼室はウエッジタイプです。それが昭和44年末に出した4G3ガソリンエンジンで初めてオーバーヘッドカムシャフトになり、球状燃焼室になってクロスフローになるという変化が起こっているわけですね。その間タイミング系が歯車からチェーンに変わり、何年か後にコグベルトに変わっていますけれども、技術的にはそういう変遷を経ているわけです。

本山 4G3の開発について聞かせて下さい。

関 4G3をつくる時、久保富夫さん（後に三菱自工会長）が「エンジンは今度つくる車に最適の1300ccと1500ccでやる。少しでも大きくなるようなエンジンをつくるな」と言われました。ちょっと油断すると大きなエンジンを造りますから、その思想は判るのですが、ただエンジンは量産設備の投資が多額で、しかも10年以上も使われるのですから将来成長できるようにシリンダ間隔を少し大きめにしたのですよ。結局それでこのエンジンは寿命を長く保てることになったのだと思います。何CCまでカバーしたのですかね。

清田 出現時は1300ccと1500ccでしたが、小さい方は1200cc、大きい方は1800ccまでいきました。それにしても26年経った今でも生産されているというのは驚きですね。

本山 エンジンの値段は、やはりベースエンジンの骨格で決まりますよね。その骨格の中で排気量

を大きくしても、コストはあまり変動しません。このエンジンは、工夫して排気量を大きくすることができました。

関 そうでしょう。それに絶対燃費もよくなるものね。だから4G3のボア・ストロークとシリンダのディスタンスを決める時は、久保さんに内緒で決めたのです。このエンジンは試作の時から非常に順調に回ったエンジンでしたね。堀健次君（後に三菱自動車エンジニアリング常務）が試作1号機の火入れをしてから1週間経っても性能のことを報告に来ないので、聞いたら「目標の性能はすでに出ています」。「これはいかん。それなら目標性能修正や」というようなエピソードがありましたよ。本当に素性がよかったわけです。燃やしたらすぐパッと性能が出ました。このエンジンは私が手掛けた4気筒エンジンの中で一番バランスのいいエンジンで、そのために長寿を保ったエンジンだという気がします。

清田 そのようなエンジンが開発できたのは、どこがよかったからでしょうか。

関 偶然のような気もします。しかし、ボア・ストロークの取り方、センターディスタンスの取り方がエンジンの設計にとって非常に重要なポイントだと思います。それによって先ほど話題にしたメタルの幅も決まれば、みんな決まってくる。ややロングストローク目のエンジンがまとまりがいいと思いますね。

ロングストロークにすると、車体側は背を低くしてほしいから歓迎はしないだろうが、エンジン屋から言えばこのくらいが一番いい。僕が手掛けた中ではまとまりのよいエンジンだと思っていますけどね。

本山 ちょうど排気量も手頃なんですね。レシプロとしては単位シリンダ当りの排気量が一番手頃なところにありますよね。これを外れるとエンジンが鈍重になってくる。1600ccの4G32はボア・ストロークが76.9×86.0ですね。

関 今トラック用のディーゼルエンジンはNOxが問題になっていますが、急にあれをガソリンエンジンにしろと言われても、ああいう大きなボアのガソリンエンジンは簡単にはできませんよね。

本山 やったらえらい目にあいますよ。

関 ところが航空機の星型のエンジンはボアがずいぶん大きいのですよ。たらいみたいに大きくてピストンのスカートが薄い。

本山 あれは回転が遅いではありませんか。

関 遊星ギアかカルマン減速かで2分の1近くまで減速していますよ。そうしないとプロペラの効率が悪いからね。航空機のエンジンは3000回転ぐらいで回していたと思います。

本山 4G3にもどりますが、昭和60年頃に一度大きな設計見直しをした時、コンロッドをかなり短くして、シリンダブロックを30mmぐらい縮めました。ロングストロークでも背は高くないというところまでやりましたから、連桿比は思い切って小さくしましたあが、それでもクランクシャフトだとかメタルだとかの主運動系はほとんど問題がありません。

関 こういうバランスのいいエンジンを一つの設計基準にする必要があるので、このエンジンのどこがいいのか、その理由をまとめてもらおうと有り難いと思います。

本山 その後のエンジンは大体このエンジンをベースにしていますから、そういう意味ではこのエンジンが基準になっていますよね。

関 司馬遼太郎が『カセット人間』という言葉を使っています。老人が体験談とか自慢話を繰り返しているけど、あれは単なるカセットテープの繰り返しだ。そのカセットテープの内容たるや、注目するものは一つか二つしかない。人間は長く生きたつもりでも、取るに足るほどの体験というのは一つか二つだろう。言っていることはそのカセットテープにすぎない、と。僕の話もそのカセットテープの一端としての話ですからね。その中の取るに足る話というと、KE31と4G3かもしれんなという気がせんでもない。

ところで、三菱は筒内ガソリン噴射を他社より先に開発しましたが、航空機のエンジンに比べて筒内噴射がどうして50年も遅れたのかな。航空機では戦争中にできていましたよ。

清田 50年前の航空機の筒内噴射は、燃料噴射弁が筒内に顔を出していて、単にピストンが吸入行

程の時に噴射している均一混合気燃焼のエンジンなんですよね。それだけなら50年前にできているのです。しかし、今回三菱が開発した筒内噴射は、部分負荷域でいわゆるディーゼルと同じように圧縮行程後期で噴射し、層状燃焼をしているのです。

関 それにしては遅いということですよ。どうして50年も要したのですか。今日は僕がお話しをすることになっていますが、この機会に聞かせてもらいましょうか。

清田 今度私達が開発した筒内噴射のガソリンエンジンは、要するにスロットルレスで部分負荷のコントロールができるのですが、従来の層状燃焼方式は噴射弁に点火プラグを近づけ、噴霧を拡散させながら燃焼させていました。しかし、この方式では部分負荷域でもスモークが発生しやすく、点火プラグが汚損されやすい問題がありました。そこで、この問題を解決するために、私達の方式は点火プラグから離れた位置に噴射弁を装備し、噴霧が十分に気化してから、しかも濃い混合気が拡散しないように最新の可視化技術を駆使して、筒内流動や燃焼室、噴霧形状の最適化を図りました。

しかし、このような最適化を図っても、ある噴射量以上になるとディーゼルと同じように、やはりガソリンでもスモークが出てディーゼルと同じように出力に制限がでてくる。しかし、そこで噴射タイミングを180度切り換え、高負荷になりますと吸入行程噴射に切り換えるので、通常ガソリンエンジンの高出力が可能になるわけです。すなわちインジェクタの噴射タイミングを180度切り換える、という技術が生まれた。ここがブレイクスルーのところなんです。テキサコだとかプロコだとか、先行して研究したところがまだ実用化できていないのは、圧縮行程で噴射しようとしたことで、スモークが出たり出力が出なかったりしました。

関 筒内噴射は何気圧で噴射しているんですか。

清田 50気圧です。高圧にしていた方が微粒化にはよろしいのですけれども、大体50気圧を過ぎますと、その効果はサッチレートしてきます。

関 どういう噴射弁ですか。

清田 蓄圧方式の電磁弁で、噴射量は開弁時間で決まりますし、噴射時期も任意に変更できます。当初はディーゼルと同じようなジャーク式ポンプと自動弁のようなものでスタートしましたが、それだったら永遠に成功しなかったと思います。

関 蓄圧でいけば50気圧でいいのですか。

清田 噴射圧を大きくしていきますと蓄圧ポンプの駆動損失が大きくなるので、微粒化と駆動損失の妥協点として50気圧を選んだのです。

本山 先ほど50年かかったとおっしゃいましたが、基礎技術はあったわけだから、もっと早くとりかかれば早くできたかもしれませんね。

清田 そうかも知れませんが、ただ最近のエレクトロニクス技術の進歩やシリンダ内可視化技術の進歩が、今回の成功に大きく寄与していることは確かです。

関 僕が言いたいのは、戦後に多くの航空機エンジニアが自動車に移っていきましたが、それにもかかわらず航空機の技術と自動車の技術の間で断絶があると思うんです。エンジニアリングには断絶があってはいけないと思うのですよ。あるベースの上に絶えず積み重ねて進歩するものだが、自動車と航空機との間で、エンジンについてはある時期断絶が起こっていたような気がするんです。

戦争中の航空機エンジンに関する研究資料を読んでも参考になるはずですが、今やもう資料は防衛庁にしか残っていない。ともかくどこかで断絶したと思うのですよ。断絶がなければ、筒内ガソリン噴射の技術はもう少し早くできただろうと思います。

本山 ヨーロッパの博物館へ行ってみると、人に教えてもらわずに自分の頭で一所懸命考えたつもりなのが、みな展示してありますよね。おっしゃるようなことがあるんでしょうね。

清田 そういう技術を開発した経験の伝承というのが重要ですね。

本山 飛行機屋さんは全部ジェットの方に行ってしまったから、レシプロの方はどこかで終わっているんでしょうね。そんな人はもういないわけですから。

<バンケルエンジンについて>

清田 バンケルエンジンについて、当時の三菱はどういうアプローチだったんでしょうか。

関 昭和35年にヨーロッパを訪問した時、7月26日にNSUのネッカースウルムの工場へバンケルエンジンをわざわざ見に行ったのです。私は日本で2番目だと思っていますが、とにかくそこでバンケルの試作エンジンを搭載した車に乗せてもらいました。高速は割合スムーズに回るんですが、低速になると1000回転ぐらいのところであらゆる燃焼が悪い。燃焼室の形やアベックスシールのあたりが問題ではなかろうか、このエンジンは未完成だな、という印象を持ちましたね。しかし非常におもしろいエンジンだと思いました。

カーチスライト社がヘリコプター用に考えてるらしいとか、ベンツがディーゼル用として開発するらしいとか、色々情報を得て帰ってきたのです。

その結果報告は多分昭和35年の9月17日だと記憶していますが、新三菱重工時代の本社や神戸造船所、京都製作所の幹部に僕が説明しました。そこで技術提携についてどうするか、色々論議したのですよ。

その結果、提携費もさることながらまだ未完成で試験研究費を多額に要すること、自動車用に向いているかどうかよく分からないが、むしろ消防ポンプなどエマージェンシ用のエンジンに向くかもしれない、というような議論がありました。とにかく燃焼室が変わった形状をしており、少し理屈に合わないところがある。それにアベックスシールに疑問があって摩耗も問題だ、というような経緯で結局見合わせることになりましたよ。

本山 マツダ(当時は東洋工業)さんは提携したんですね。

関 マツダは昭和42年6月に、ロータリエンジンをコスモに搭載して発表されているんですね。三菱でもNSUを訪問したり、マツダで見せてもらったりして、一応バンケルについてある程度の関心は持っていました。昭和40年12月にもう一度バンケル研究会というのを本社で開いていますが、その時の結論も、結局は見送りでした。

昭和43年8月の京都の技術部における評価は、ロータリエンジンのメリットとして、出力あたりの重量が少ない、慣性振動が少ない、の二つでした。しかしアベックスシールの摩耗について解決されていないし、オイルの劣化が激しいとか、オイルクーラが必要だとか色々な欠点も挙げられました。

しかし、北米においてロータリエンジン車の販売が一時成功しました。昭和47年にロータリエンジンブームが起こりまして、この年の12月に関係者がアウディやNSU、シトロエンなどを訪問して調査していたのですが、検討してる内にオイルショックに入っちゃった。バンケルのことはそういう経緯がありました。

しかし、マツダではアベックスシールの問題を解決してこのエンジンを完成させましたね。商品としては色々と苦労されたようですが、耐久レースのル・マンで優勝するなどの成果を得ておられますよね。未完成のものを玉成するには、信念を持って、しかも多方面の技術力を動員しないとできませんから、その技術開発の努力に対しては、敬意を表したいと思っています。

<自動車用エンジンの将来について>

本山 2サイクルと4サイクルの優劣につきましては、当時どのように考えておられましたか。

関 昭和36年か37年頃の話ですが、三菱の水島製作所で2サイクルの3シリンダエンジン開発している時、「そんなものはおかしい、4サイクルの4シリンダエンジンでやるべきだ」と僕があまり強く主張したものだから、大先輩に怒られたことがある。しかし、このエンジンは短命に終わりましたね。

清田 これからの自動車用エンジンは、ご経験からお考えになってどうあるべきでしょうか。

関 その前に、熱機関としては1781年にジェームスワットが蒸気機関をつくり、間もなく蒸気自動車できました。それから約100年後になってガソリン自動車ができるのですよね。つまり1883年にダイムラーが4サイクルのガソリンエンジン自動車を造りました。蒸気自動車からガソリン自動車の間が約100年。ガソリン自動車ができるからもう100年以上経っています。

ではどうしてその次の画期的なものができてこないのか。これが私のよく分からないところです。

考えてみるとレシプロエンジンというのは、ジェームスワットが1781年に蒸気機関にクランク機構を發明して急激に発展しましたよね。ところが蒸気機関の方は1883年にドラバルが蒸気タービンを造って以来、どんどんと蒸気タービンに圧倒されてしまって、今やレシプロの蒸気機関は開発途上国のSLとして残っている程度で、ほとんど姿を消してしまいました。

飛行機はライトが1903年に飛んでいますが、今やジェットエンジン以外の飛行機はもうほとんどなくなりました。

ところが4サイクルの内燃機関だけは、オットーがガスエンジンを1876年に造って以来、今日に至るまでずっと自動車に使われていますよ。自動車だけがいつまでもレシプロエンジンで残っているのが正しいのか、正しくないのか。自動車がこれ以上進歩するのかどうかは、これからレシプロエンジンがどうなるかにかかっていると思うのですよ。

今造っているレシプロエンジンに画期的な大変化が起こらない限り、自動車の将来はもう今の姿でしかあり得ないと僕は思っています。何かありそうですかね。

清田 横軸をエネルギー密度、縦軸を出力密度にして、いろんなパワープラントをプロットしてみますと、やはりレシプロエンジンが優位になってしまうのですね。

関 レシプロは2サイクルと4サイクルではどちらがよいか。2サイクルも吸排気コントロールをバルブでできるようになれば、ある程度4サイクルに近いものになるが、金もかかるのでやはり4サイクルの方が簡単かも知れません。2サイクルは大型ディーゼル以外では成功していないわけですよ。

それからレシプロが自動車に定着したのなら、自動車における技術革命はもうないでしょう。これが定着していないのなら技術革命があるはずですが、エンジン屋としてそれがよく分かりません。これは僕の死んだ後の話で、地獄か極楽かから見たいと思っているんですが、非常に気になる場所なのです。

本山 大きさ、重量、燃費、コストなどを総合的に評価していけば、やはり今のものがいいということになると思いますね。

関 今までの理論からいけば一番いいのだけど、しかし一番いいと言っても、自動車に限定したところで一番いいものになっていると考えるべきでしょうね。

清田 熱効率的にはガスタービンの方がいいのですが、しかし自動車としてどうかといえば、過渡応答を考えると、ガスタービンはイナーシャがありますから、やはり同じ内燃機関でも往復動の間欠燃焼エンジンの方がいいことになってしまいます。

関 話題は全然違いますが、電車は交流と直流がありまして、その辺を走っているのは1500Vの直流です。ところが今は交流モータを使っているのですよ。VVVF (Variable Voltage, Variable Frequency) というコントロールで非常に効率がよくなり、整備が簡単で経済的な電車で急激に変わっているんですが、同じ箱が走っているように見えてもモータの制御が画期的に変わってしまっているのですよ。

本山 そこが一番気になる場所ですね。モータやバッテリーが今後どうなっていくかによって自動車が変わるような気がします。一番簡単に変わる可能性があるのはバスで、昔トロリーバスがありましたが、あれに停留所で停まっている間だけ充電できるシステムを造ったら、電気バスでいける可能性がありますよ。

関 そんなに短時間で充電がうまくいきますかね。

本山 そのところだけなのですけどね。今エンジンでアシストしてる電気バスがありますが、あれではバッテリーの容量が足りないのですよ。その足りない分を埋めることができるようになれば、エンジンは今のものでなくても、例えばガスタービンのように全然違うようなものにできる。要するに自動車の加減速はモータでやるのだから、発電用のエンジンはいつも定速で回っているだけという形がありうると思います。

バッテリーとかモータが今からどんなふうに進化するかによって、ハイブリッド電気自動車の形態が変わってくると思います。今はレシプロエンジンで発電をしていますけど、10万回転くらいで回るよ

うなハイスピードの発電機ができれば、エンジンはガスタービンでいいことになるかも知れませんね。

清田 乗用車のハイブリッド電気自動車ではもう既にガスタービンの発電機が、色々研究されています。

関 しかしガスタービンの発電機で発電しても、バッテリーに充電するには直流にしなければいけないのでね。何かその間が省略できないか。コンデンサか何かを使って交流で充電できる方法はありませんか。

本山 あり得る話だと思っているのですけれど……。

関 そのあたりのことが、自動車用では将来どうなるのだろうか。21世紀のどこかで、何かの技術革命が起こるはずですよ。レシプロは発明されてから100年も経っていますから、革命が起こってもいいのではないかと思います。

飛行機は出現してから後の90年間の進歩はものすごく早かったですよ。自動車は進歩があるところで止まっている。これは道路も大きな障害の一つだと思いますよ。

清田 石油燃料が続く限りにおいては、関さんのおっしゃいます画期的な動力取出し技術はなかなか出てこないんじゃないでしょうか。やはり石油燃料の先が見えてきて、いよいよどうするかなどいうところで次のエネルギーを動力に変換する機構が考えられるのでしょうかね。

本山 そう言うけどCO₂の問題は大きな問題なので、やはりそろそろ化石燃料でないものでも動けるようにしておかないとだめだと思いますね。

関 多分それは大型のバスとかトラックの方からいくべきだろうと思いますけどね。乗用車から入るはずはないと思いますよ。

それはともかくとして、僕が最初に投げかけた疑問に対しては、自動車ではまだレシプロエンジンの将来は大いにありそうだと、どうもそういうことらしいですね。まだ色々やるべきことがいっぱい残っていて、尚かつかなり進歩するであろうということですか。

本山 本当にどうなるかは分かりませんが、将来技術としてCO₂がどんなふうに固定されるかというのが分かっています。それが分かれば安心できるのかどうか、問題ですけども。

関 大型のプラントで発電して、その電力を色々なことに使っていけば、内燃機関は要らないということになるのか、ならないのか。結局どうやって電力をストレージするかという方法如何だと思っただけですけどね。要するに石油を燃料とした非常に便利なものが存在するものだから、電力をストレージするいい方法が見つかるまではどうにもなりませんね。

ところで人間はどうしてそんなに速く動かないといけないのだろう。

本山 科学技術が進歩すればスピードが速くなって、いままで東京まで行くのに8時間もかかったのが3時間で行ける。そうしたら5時間余裕ができると昔は言っていました。しかし実際は、その時間を別の仕事に使ってしまうから余裕にはならない。これから開発される新型旅客機は、今のジャンボの2倍のスピードで飛ぶようになると言われています。そうなればロサンゼルスは日帰り出張になりますよ、やはり余裕にはならないのでしょうかね。

関 逆じゃないの。今や出張なんかしなくても会議はできますよ。エネルギーを沢山使ってあわてて行かなくても、通信技術とコンピュータを使えばテレビの中で一堂に集まれるのだから、その方がよほど現実的ですよ。

<エンジン・エンジニアの育成と心得について>

清田 それでは次に、若い人の育成やエンジン・エンジニアの心構え、あるいは心得というようなことについてお聞きしたいと思います。

関 僕はいつも実践主義でものをやれと言っているのですが、今のエンジニアに対して非常に心配していることは、自分で直接物をいじり、分解し、チェックし、油まみれになって機械というものを見るという目がなくなっているでしょう。図面を画くのもそうですよね。コンピューターに要点を入れたらスッとできてしまって、本当に自分の精神のこもった物になっているのか、ということに僕は非常に疑問を持っているのですよ。いまは非常に難しい段階にあるのではないですか。

本山 自分がやっていることには、自分自身で色々引っかかるじゃないですか、ああでもない、こうでもない。今の若い人達にはそういうこだわりが減っているものですから、自分のやったことが後に残っていかないような、機械的に仕事が進んでしまうというか、そんな状況にあると思います。

一方では、若い人があんなことをしたい、こんなことをしたい、という考えを持っていて、自分のやりたいことならきつとこだわりを持ってやるはずですから、それができるような環境にしたいと思っています。

関 独創とか創造とかいう言葉は、機械技術の場合には非常に地味な積み重ねの上に成立して今日に至っていることをまず認識しないとイケませんね。機械技術というものは、ヒラメキではできない性格のものだと思います。

今の若い人に合っているのかいないのかよく分かりませんが、機械技術というものは、過去から先輩が色々やってきた積み重ねと、色々な技術の総合によってできているわけで、その多様性をよく考えておく必要がある。皆さんは過去の技術を軽視するけれども、技術史というものが学問としてあるように、これからの人は技術の発展の歴史をよく勉強して、その上にたって考えてみる必要があると思います。

機械屋の仕事は電気屋と違って泥臭いですからね。企業における機械屋の教育というのは、無条件で油まみれにさせ、それで洗脳すべきだと僕は思っているのです。中古のエンジンでも渡してこれを全部分解し、そして組み立てて自分の手で回せと。そういうことを徹底的にやらせる教育をしないと、学校を出てきてすぐ何かやれといってもできませんよ。

本山 そういう意味では、昔に比べて教育カリキュラムは多いです。もちろんおっしゃるようなエンジンの分解・組立てや、その外にもいろんなことをやらせています。昔は職場のOJTがしっかりできていましたが、今はあまり人を増やさずに開発をしていることもあって、指導する方も忙しいものですから、すぐ戦力にしようとする傾向がありますね。

関 そうでしょうね。少しあわてすぎると思うんです。即戦力ということをやりますと、それは非常に危険なことです。その結果は、うすっぺらな技術ばかりはびこって、本当に根深い技術が生まれるかどうか心配になりますよ。開発が多忙なために深く研究する人を育てられないことは、非常に危ない気がしますね。

本山 確かにそれを危惧してまして、鈴木元雄さん(現三菱自工副社長)が乗用車技術センター所長の時代に、基礎応用研究の比重を増やせと言われて、意識的に増やしてきています。

関 話が変わりますが、企業は長期戦略を持つべきですよ。長期戦略に基づいた長期技術戦略ができないとイケない。企業の長期戦略がなくて技術の長期戦略があるはずがないのだが、えてして技術の長期戦略をベースに企業の戦略を考える傾向が強いと思うのです。そうではなくて、うちの会社はこういう会社になりたいんだ、例えばベンツのような会社になりたいのなら、それをはっきりさせ、何年計画でどう具体化するかを明らかにして、高級車の研究を今から始めていくべきだろうし、フォルクスワーゲン式でいくなら、それ相応の研究を系統的にすべきです。これは重要なことだと思いますよ。

日本の企業はどうも企業としての長期戦略が抜かっている、思いつきの戦術が多いのじゃないか。日本人の欠点にそういうところがあるような気がしますね。技術の長期戦略がしっかりしていると、技術者は安心して色々なことができるのですよ。

本山 そういう部分もなきにしもあらずだと思いますけれども、現在はわがままかもしれませんが、やはりそれぞれが担当しているもの、例えばエンジン屋ならエンジンの先行きを見て、いつまでにこういうことをやろうという計画を決めて、あとはしゃにむにやっていくというやり方なんです。これでも昔に比べると、それぞれのコンポーネント屋さんがよく考えるようになってきたと思っています。

エンジンのことはエンジン屋が一番よく知っている。一番よく知っているエンジン屋が、とにかく先を見て研究をきちっとやっついこう……。先行研究と言ってもあまり遠くを見ているとは言えませんが……。

清田 自動車の技術が高度化してくると、どうしても技術集団の方から会社としての車のコンセプト

トづくりを提案していくようになりがちですね。例えば安全につきましても、これからの車の安全はどう考えなければいけないか、シルバーエイジが増えてきた場合どうすればいいのか。そういうことを考えて、それに対応する技術なりコンセプトは何なのかを考えるのは、やはり技術屋集団なんですね。そこからの提案があって、初めて商品企画になるように思います。

関 それでいいと思う。それでいいんだけど、会社の方向をより強く志向させることが必要です。要するに若者の車をつくっていかうと思っているのか、老人社会に合う車をつくろうとしているのか、企業方針として、大きな戦略を考えないとけませんね。

若い人には自分はこうしたいと思うことを一所懸命やらせてみて、失敗を重ねてもかまわないと思うんですが、野放図ではいけないので、そこをうまくやる気を起こさせながらコントロールしていくことが必要だし、失敗をしたら、失敗は身のためになるような処理のしかたをしてやらないとだめですよ。失敗のしっぱなしでは具合が悪いので、失敗をしたらその後始末を当人がきちんとやれるようにもっていくのが上の人の重要な仕事で、それを積み重ねていけば、失敗してもその人はまた立ち直って新しいものに取り組んでいく力が出ると思いますね。

本山 京都のエンジン設計にいた時は、いっぱい失敗やりました。(笑)

清田 今でもあまり失敗を恐れずに挑戦する雰囲気はありますね。開発にあたってよく考えないといけません、臆病であってはだめですね。

関 実用新案とか特許はたくさんの人にとらせるほうがいいけれども、上司がそれに名を連ねるべきでないと僕は思うんです。多少サゼッションしたとしても、上司は名前を載せない方が若い人のやる気のためにはいいと思いますね。

本山 確におっしゃるとおりだと思います。私も課長のころからしないようにしています。

関 役員になってトラック・バスをみるようになってからのことですが、トラック用エンジンの大きな問題としてオイル消費があり、長い間解決しませんでした。なぜ解決しなかったかと言うと、オイル消費がどうして起こるのか、という基本的な理論が分かっていたからです。要するにオイル消費とは何ぞや、ということが認識できてない。

結局オイル消費というのは、シリンダの側面に付いたオイルが燃えるから起こるので、そこに付いている量が多ければオイル消費が多い。細かいことは省略しますが、基本的なことをよく認識していないと間違えますよね。例えば摩耗のことで今でも頭を悩ませているでしょうが、大学の先生も磨耗では論文にならないと言われていまして、基本的なことは自分で考えることが必要です。

関 これには通用しても、あれには通用しないこともある。車種が変わる度に同じ不具合が出ることもある。僕のように即物主義、実践主義、実証主義でやるのは昔のやり方でしょうが、しかし実証したことは普遍的なものにしないといけませんよね。その努力が非常に重要で、それはやはり、少し余裕のある組織でないとうまくいかないと思います。

一方でエンジンエンジニアも、分からないことが非常に多いんだ、という謙虚な姿勢でないといいません。要するに人間というものはみなそうだと思うのですが、謙虚と誠実であることが必要なんです。これで俺はもうエンジンをマスターしたんだ、とすぐに思うような人間ではどうしてだめです。エンジニアの基本は、やはり謙虚で誠実であることだと思います。

清田 そうですね。エンジンは本当に奥が深いと思います。

関 それから、エンジンというのはものすごく責任重大だ。プライムムーバだからいいエンジンをつくる自覚を持たないといいません。先ほどの4G3エンジンの話じゃないけれども、設備投資が少々大きくても長く使えるエンジンをつくるのが非常に重要ですよ。

それと信頼性が重要です。諸外国でどんな状態で使われるかわからないが、それでも大丈夫だ、というエンジンにしておかないといけませんからね。

本山 エンジン屋さんには分かったような顔をしないのじゃないですか。本当に分かっていないから分かった顔ができない。(笑)

関 車体屋というのは、洋服屋のようなところがありましてね。裁断方法はいろいろステップアップがあるでしょうけれども。

本山 シャシは比較的解析しやすいでしょうね。エンジンはその点訳が分からないことがいくらかもありますね。

清田 エンジンは動くもので、それをコントロールするからエンジン屋は面白いわけですが、分かっていないところもたくさんありますね。

本山 車体は基本的に化学反応がないでしょう。エンジンは化学反応だから。それを機械屋がやっている。(笑)

関 緩慢な燃焼なら何でもないので、ああいう瞬間燃焼というのは分からないですよ。よくあんなものがコンティニユアスに回転していると感心しますよ。

清田 レシプロでかつ4サイクルでは2回転に1回燃焼のお休みがあり、かつ燃焼のシールがポップバルブというのが大きく寄与しているのですね。

本山 さっき摩耗の話が出ましたが、今は大分楽になってきました。あまり頭を悩まさないですむようになってきたのは、やはり材料の進歩ですよ。色々な材料や表面処理が実用化され、確かな実績ができていますからね。

清田 困難な現象が新たに発生した時、因果関係の解析と現象の本質を追及して対策を考えることができない若い人たちが増えてくるのが、本当に心配なところでして、若い人の育成が我々の使命だと思います。

関 次の世代を担うエンジン・エンジニアを育成していくことは、いいエンジンを開発することと同じように重要なことで、世代間に断絶を起こさせないように、指導的立場にある人の重要な仕事だと思って頑張ってください。

<エピローグ>

関 今年は大戦が終わって50年目ですが、戦争中何回も生死の境に遭遇しましたけれども、運よく生き延びることができたと思っています。多くの同級生や同期の軍人、そして会社の同僚が死んでいきましたが、今生きていることは、いかに幸運であったかということに感謝せずにはおれません。学校を卒業して、技術者の仲間入りをしてから50年。海軍の時代を含めて技術開発の道一筋に歩んできましたが、その間、乗用車、商用車、トラック、バスまで、いずれも設計中心の開発業務に携わることができました。

その間、多くの失敗がありましたが、『誠実、謙虚、正直』をモットーとして仕事を続けてきました。私の回りの人々、協力して下さった人々、助けて下さった人々に感謝したいと思っています。

本山 長時間にわたり貴重なお話を伺うことができました。有難うございました。

今日伺いました、暗中模索の中での深い洞察、数多くの先進的な技術開発についての考え方やスピリット、過去の歴史をよく学ぶことの意義や技術の伝承への認識につきましては、これから自動車技術に携わる者にとりまして大きな教訓になるものと思います。

自動車技術史委員会からの依頼は、『自動車用小型エンジンの開発』というテーマでしたが、豊富なご経験の中から幅広く聞かせて戴きましたことを感謝致します。これらのことを、今後に生かしていきたいと思っています。

なお、乗用車やトラック・バスの開発につきましては、別の機会に伺わせて戴きたいと思っています。

今日は本当に有難うございました。

(参考) 三菱自動車工業(株)の来歴

- (1) 昭和25年に三菱重工業(株)がGHQの指令により東日本重工・中日本重工・西日本重工に分割される。
- (2) 昭和27年に3社はそれぞれ三菱日本重工・新三菱重工・三菱造船に商号を変更。
三菱日本重工が大型トラック・バス、新三菱重工が乗用車・小型トラック・バスの事業を担当する。
- (3) 昭和39年に3重工が合併し、三菱重工業(株)となる。
- (4) 昭和45年に三菱重工自動車事業部が分離して三菱自動車工業(株)となる。
- (5) 昭和59年に三菱自動車販売(株)を統合し現在に至る。