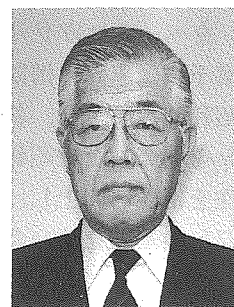


インタビュアー：宮下直也氏（三菱自動車工業㈱取締役トラック・バス開発本部副本部長）
時：平成8年2月9日 於：三菱自動車工業㈱東京自動車製作所

プロフィール

大正10年（1921年）12月28日東京都に生まれる
昭和19年 9月 慶応義塾大学工学部機械工学科卒業
昭和19年 9月 三菱重工業㈱入社
昭和45年 6月 三菱自動車工業㈱トラック事業部第二技術センター
エンジン技術部長
昭和56年 6月 三菱自動車工業㈱取締役開発本部トラック・バス技
術センター所長
昭和60年 6月 三菱自動車工業㈱常務取締役トラック営業本部長
昭和62年 6月 三菱自動車工業㈱取締役副社長トラック・
バス開発本部長
平成元年 4月 シュトットガルト・トラック・バス販売㈱代表取締役社長
平成元年 6月 三菱自動車工業㈱顧問
平成 5年 6月 シュトットガルト・トラック・バス販売㈱代表取締役社長退任
平成 7年 6月 三菱自動車工業㈱顧問退任、現在に至る



主な公職・団体職

昭和58年～昭和60年 財団法人 日本電動車両協会 理事
昭和59年～昭和60年 財団法人 自動車走行電子技術協会 理事
栄誉 昭和63年 4月 科学技術庁長官賞受賞
平成元年 4月 藍綬褒章受章
平成元年11月 米国自動車技術（SAE）からFELLOW称号授与される
平成 6年 5月 勲三等瑞宝章受章

主な業績

- 1) 昭和37年に国内で初めてV型8気筒ディーゼルエンジンを大型バスに搭載し、本格的な高速連続走行可能なバスとして好評を博した。引き続き大型トラック用V型ディーゼルエンジンの開発・育成に従事し、昭和42年に軽量、コンパクトで高速連続走行可能な三菱の大型トラック・バスの主力エンジンとして量産化され、今日に至っている。
- 2) 昭和49年よりディーゼル車に対する排出ガス規制強化が開始されて以来、規制は逐次強化され、第6次に至っている。この排出ガス規制対策は、相反関係にあるNO_x、燃費とパーティキュレートの同時低減が課題であり、この二律背反に挑戦しながら技術開発の推進を図った。なかでも噴射時期と噴射率を同時に制御可能なプレストローク制御式噴射ポンプの開発の意義は大きい。
- 3) 高出力、低燃費、低公害のニーズの高まりより、過給エンジンがトラック・バスに搭載されるようになり補助ブレーキ力の増大が必要となった。昭和59年にエンジン本体に組み込んだエンジンブレーキ補助装置パワータードを開発、トラック・バスに搭載、大幅なブレーキ力の増大が可能となった。

▶山田剛二氏インタビュー概要◀

1. 戦時中の高速ディーゼルエンジンの設計

戦時中の三菱の高速ディーゼルエンジンは、当初舟艇に用いられたユニークな三菱独自の設計の直噴式ディーゼルエンジンであったが、問題も多かった。昭和12年にサウラー直噴式を技術導入し、昭和15～16年にはトラックにも搭載した。

2. 戦後のガソリンエンジンの改造とディーゼル化への布石

戦後の燃料事情からガソリンの他、木炭、松根油、天然ガスに対応するため、戦前のTU6エンジンをベースにガソリンエンジンからの再起となった。このエンジンは暫くの間、トラック、バス、警察予備隊車両、消防車、レールカーなどに使われた。

昭和22年頃より、将来の燃料事情を踏まえディーゼル化の準備を開始し、DB型ディーゼルエンジンを開発した。昭和24年から生産を開始し、その間何回かの改良が加えられ、性能、信頼性、耐久性を格段に向上し、昭和41年までの17年間にわたり生産を継続、三菱の大型トラック、バス用エンジンの基礎を築いた。

3. 船用、鉄道用、建機用ディーゼルエンジンの開発

当初、自動車用機関として開発されたDB型エンジンは戦後の復興期に船用、鉄道用、建機用、発電用にも用いられた。産業用としての様々な要求が本エンジンのレベルアップにもつながった。また、過給水冷インタークーラの開発採用はその後の自動車用過給インタークーラ付エンジンの原点となった。

4. 直噴式ディーゼルエンジンの研究着手と数々のエンジンの開発

燃料事情、取扱い性、整備性から戦後暫くは予室式を採用してきたが、経済性向上の気運の高まりや欧州における直噴化の動きから昭和20年代後期に直噴式ディーゼルエンジンの基礎試験を実施、昭和31年にDB型の直噴式を開発した。燃費は改善されたものの噴射系の不具合により実用化を断念した。その後、主に噴射系に係わる様々な問題を解決の上、昭和48年、大型エンジンより逐次直噴化を進めていった。

5. 大型トラック用V型ディーゼルエンジンの開発

トラック輸送が物流の主役となるにつれ、積載効率の高いキャブオーバー型トラックへの搭載用エンジンとして軽量化、コンパクト化が必要となった。昭和37年に国内で初めてV型8気筒ディーゼルエンジンを高速バスに搭載した。この技術をベースに生産設備も一新し、昭和41年にV6、昭和42年にV8、昭和43年にV12、昭和47年にV10を発表し、現在のDC型エンジンシリーズの原型となった。その後、様々な改善が加えられ、三菱の大型トラックの主力エンジンとして量産化され、今日に至っている。

6. ディーゼルエンジンの排出ガス対策規制への対応

昭和45年に運輸省よりディーゼル車に対する排出ガス規制強化の方針が打ち出され、昭和49年に規制が施行されて以来、今日の第6次規制に至っている。ディーゼルエンジンの排出ガス対策の困難な点は出力、燃費、始動性など他の性能との相反関係であり、この二律背反に挑戦することでディーゼルの性能は一段と向上した。対策は試行錯誤の繰り返し、一つ一つ積み重ねられたものであるが、その主な技術は噴射圧力の増大であり、この高压化には様々な新技術の開発が必要であった。

7. 新技術の開発・育成

排出ガス低減に画期的な効果のある噴射時期と噴射率を同時に制御可能としたプレストローク制

御式噴射ポンプ、エンジン本体に組み込んでエンジンブレーキ力の大幅な増大が可能となったパワータードなど、三菱のトラック・バスの数々の新技術の開発にも尽力した。

8. ふそうトラック・バスの育成

排出ガス、騒音などの環境問題への対応、経済性、安全性、耐久性、コストなどのユーザーニーズへの対応、および国内外での不具合への対応が技術のレベルアップにつながった。また、排出ガス規制、安全規制は一企業だけでは対応できない規模となり、大学、研究所、メーカーの協力も必要となり、自動車技術会もその要となった。三菱は昭和38年に小型トラック、昭和39年に中型トラックを発売しフルライントラックメーカーとしての基礎を築いた。また、バスについては戦前より先駆的な役割を果たし、様々な仕様、新技術を投入してトップシェアを守ってきた。

9. 若い技術者に送る言葉

今後、自動車を取り巻く環境は一層厳しさを増しても、社会的意義は大きく、若い人が人生を託すに値する有意義な仕事であり、若人の英知で必ず未来が開ける。

4-13 自動車用大型ディーゼルエンジンの開発について

山田剛二氏

1. はじめに

宮下 本日はお忙しいところお時間いただきましてありがとうございます。先日お願いしましたように、自動車技術史委員会の傘下に故実蒐集分科会というものがありまして、そこから自動車技術に功績のあった方々から昔の貴重な技術やご苦勞についてインタビューをするように依頼されました。きょうは山田さんの戦前、戦後を通しての貴重な体験談やお話が伺えるのではないかと楽しみにしております。ひとつよろしく願います。

山田 昨年8月末に、自動車技術の歴史に関する故実調査のためのインタビューの依頼を受けまして、三菱自工の中でもっと適任な方がおられるのではないかと申し上げたんですが、戦後一番長く開発業務に携わってきた関係者としてお引き受けをした次第であります。私も現役を離れて6年以上もたつて、年とともに記憶のほうもだんだん自信がなくなっていますが、思い出すままにお答えをしたいと思っています。

お断りしておきますが、戦前の事柄は、私の経験ではなく、先輩方の話されたこと、また残された社史などからの引用になると思います。また、自分の一番関与した三菱の商用車用のディーゼルエンジンを中心に、昔を振り返らせていただくことをお許し願いたいと思います。

2. 戦時中の船舶高速ディーゼルエンジンの設計

宮下 山田さんは、戦時中からディーゼルエンジンの設計に携わっておられたということで、まずは当時の様子からお話いただけますか。

山田 私は正式には、昭和20年9月、海軍より復員と同時にエンジンの設計業務に従事し、戦時中の状況は、先輩の話によるか、または歴史書からの知識で、私が語ることは不適任とは思いますが、ただ、昭和19年9月までの5カ月間、学生の身分で設計の職場に配属になり、ディーゼルエンジンの設計の末席にいたため、幾分なりとも戦中の雰囲気に触れていました。

当時の三菱重工の高速ディーゼルは、戦車、軍用車の空冷ディーゼルを主製品とする東京機器製作所と、船用ディーゼル、ガソリンエンジンを主製品とする川崎機器製作所、これは東京機器製作所より昭和18年に分離したわけですが、この2つに分かれて生産をされていました。

宮下 後のものが、現在の三菱自動車工業の東京自動車製作所ということでしょうか。

山田 そのとおりです。川崎機器製作所での船用エンジンの主系列が2つありまして、1つは、魚雷艇用のW18シリンダの1000HP、イソツプラスキニ製高速ガソリンエンジンで、イタリアのものですが、軽合金を多用し、航空機並みの軽量高出力のもので、320基生産されたことになっております。

それともう一つは、上陸用舟艇に用いられたL6シリンダ、これは直列6気筒の略ですが、L6シリンダの60PSと80PS、最高出力がそれぞれ100PSと150PSのディーゼルでした。後者のほうは非常にユニークな設計で、三菱直噴式ディーゼル機関、これはシリンダ側にノズルをつけまして、ピストン頂面に横吹き噴射の三菱式の噴射ポンプを使ったものでしたが、OHCでもあり、軽量にできていました。オープンノズル、これはノンリターンバルブなしですが、そのため噴射系で大変苦勞もあつたようです。やがて後に、サウラー型の直噴式の導入をするに至った背景にもなつたと伝えられています。

宮下 それは船用ですが、自動車用のエンジンとしては、いつごろからスタートしたと考えればよろしいのでしょうか。

山田 自動車用としての三菱直噴式ディーゼルの始まりは、昭和6年のL4-70PSエンジンの試

作で、その後L4-65PSとかL6-70PSへと展開しましたが、昭和12年にサウラー直噴式を技術導入し、戦車用、トラック用として使われることになりました。トラック用としては、昭和15年から16年にこのエンジンを載せたトラック23両が満鉄に供給されただけで、自動車としては終戦を迎えたわけです。その代わり戦中は、戦車用空冷ディーゼルが非常な発展を遂げるようになったわけです。

それから一方、陸軍戦車用の高速ディーゼルの研究用として購入されたGM2サイクルユニフローエンジン、これは最終的には、海軍の高速魚雷艇用の20V-2000PS(3kg/PS)へと発展していったものですが、試作完成時に終戦を迎える悲運に遭い、戦後直ちに米海軍の戦利品としてアナポリス海軍技術研究所に送られ、長時間の試験の結果、高い評価が内外に広く紹介され、三菱の面目を施したエンジンでありました。

3. 戦後のガソリンエンジンの改造とディーゼル化への布石

宮下 昔から大変ユニークなエンジンがあったということを知ったわけですが、現在、ディーゼルのメーカーでつくっています、つくばの新エィシーイーでも、2本ノズルで、それを対向させて燃料を噴射するという試験をしています。部分的ですけども、低NOxとか、いろいろな意味でよい結果も得られていますが、実用化まではまだできていません。戦争に負けて、三菱のエンジンのこういった目新しい技術というのは、どういうことになったのでしょうか。

山田 当初、ディーゼルエンジンからの再出発が考えられたわけですが、戦後、燃料入手が困難の予想がありまして、木炭車としても走れること、これが1つの条件のようにもなっていたわけです。これは鉄道省が主なお客さんだったものですから、鉄道省へも打診の上、ガソリンエンジンから再起するという事になったわけです。

昭和22年に「ブラウン旋風」、これはアメリカの緊縮財政ですが、これによって、米軍からのガソリン供給が制限されたのを契機に、ディーゼル化が急速に促進されたわけです。一部の軍用車は米駐留軍との燃料統一上、ガソリンがしばらく続きました。三菱としては、戦後いち早く立ち上がる必要があったために、昭和7年に試作されたTU6ガソリンエンジンをベースに改良を加えて100PSとし、さらに改良を加えて、出力も120PSに向上しました。このエンジンが戦後、ディーゼルエンジンが再出現するまでのしばらくの間、三菱のトラック・バス、警察予備隊の車両、消防車、レールカーに使用されました。このころ、第1回自動車技術会主催のガソリン車性能試験に参加、他流試合をしたのもこれが初めてであったわけです。

一方、当時の燃料事情から、ガソリンのほか、木炭や松根油、アセチレンガス、天然ガスに、これは新潟でやったものですけども、このエンジンで対応した経験があります。当時のガソリンのオクタン価は74~75程度で、このエンジンのボアが大きいこともあり、最終的に圧縮比は5.5ぐらいまでしか上げられず、性能的には諸外国のガソリンエンジンに比べて、相当劣っていたわけでありました。

宮下 今のはガソリンですけども、ディーゼルエンジンとしてはいかがなものですか。

山田 高速ディーゼルエンジンに関しては、三菱は既に昭和6年から直噴式を東京で、それから昭和10年から予室式を神戸で開発していました。これらは戦前の国産商用車の揺籃期に、数こそわずかでありましたが、各種の車両に搭載して、ディーゼルエンジン発展のための大変重要な基礎づくりの数年間であったように思います。不幸にして、戦争による自動車工業として中断はありましたものの、ディーゼルエンジンに関する限り、戦中もその軍事的重要性のため、用途こそ異なるが、舟艇用、戦車用等、高速ディーゼルエンジンの開発促進への拍車かけられ、一段の進歩を遂げたことは不幸中の幸いでありました。ただし、戦後しばらくの間の空白と民需用としての経験不足は、欧米諸国に相当のおくれをとったことは確かであります。

宮下 それでは、第二次大戦後は、いかがですか。

山田 三菱では、昭和22年ごろから、将来にわたる燃料事情の見通しを踏まえて、ディーゼル化の準備を開始しました。昭和14年に商工省の統制型となった三菱Y6100Dというエンジンをベースにして、L6-φ110×150のDB型を開発しました。このエンジンには、生産の容易化、サービス性の向上等が加えられ、昭和24年より生産開始、次世代エンジンが出現する昭和41年まで17年間、大型トラッ

ク、バスの主力エンジンの座を守り続けました。その間、何回かの改良が加えられ、性能は100 P S / 2000 r p mから220 P S / 2200 r p mに向上し、信頼性、耐久性ともに格段に改善を加えたわけがあります。昭和41年以降も、産業用エンジンとして最後の使命を果たし、昭和62年まで生産が続けられました。同じシリンダディメンションを持つエンジンとして、48年間の寿命を全うし、三菱ディーゼルの基盤を築いた歴史に残るエンジンです。

宮下 社のトラックの基盤を築いたエンジンということになりますけど、現在のエンジンと違って、たしか燃焼室は予燃焼室方式だったと思いますが。

山田 戦後のディーゼルは専ら予室式からスタートでありました。これは戦時中の直噴式の苦い経験と、当時の燃料の質からみて当然の方向であったと思いますし、また、比較的高度な精密さと、デリケートな調整を必要とする直噴式が活躍できる土壌もまだ形成されていなかったためだと思います。

4. 船用、鉄道用、建機用ディーゼルエンジンの開発

宮下 ちょうどこの頃から、私も担当したエンジンが出てくることになるわけですが、先のDBもそうですが、戦後は自動車用エンジンだけでなく、船用や建設機械用とか産業用エンジンも開発、生産されていたように伺いました。

山田 そのとおりです。戦前、我が国のディーゼルエンジンの開発に先鞭をつけた三菱の技術は、戦後の復興期に当たって活躍の場を広げました。先に完成したDB型は船用、鉄道用、建機用、発電機用にも進出。DB型より一回り大きいエンジンシリーズが引き続き開発されました。

当初、DB型は自動車用機関として始まりましたが、今日以上に自動車以外の用途の比重が高く、それだけ使用条件が異なり、そのためいろいろな試練を受けることとなり、信頼性、耐久性の高いエンジンに成長していったわけです。

例えば、建設機械用エンジンとしては、砂塵が多く、運転姿勢の変化も大きく、車両の大きなねじりにも耐え、負荷変動への対応と低速のねばりを要求されました。また、サービス拠点から遠く離れた作業地で故障なく稼働するためには、より高い信頼性と耐久性が要求されました。それが自動車用エンジンのレベルアップにもつながったと考えております。特に、当時、建設機械用としては、世界の王座を占めていた米国キャタピラ社製品に「追いつき、追い越せ」が若い技術者の挑戦目標でもありました。

また、DB型より一回り大きいDH型(予室式でL 6-13.7ℓ、200 P S / 2000 r p m)は、重車両用として昭和28年に保安庁制式エンジンの認定を受けました。その後、各種の車両に搭載されましたが、このエンジンは車両用以外の用途も多く、特に船用としては高速での出力特性上、ルーツ過給、ターボ過給、インタークーラ採用がいち早く開発採用されました。インタークーラは海水冷却によるものではありませんでしたが、この先行技術が今日一般化している自動車用インタークーラ付ターボ過給の原点となりました。ただし、自動車用としてのターボ過給の困難性を逐次改善して実用化されるまでに四半世紀を要したことになります。

5. 直噴式ディーゼルエンジンの研究着手と数々のエンジンの開発

宮下 次に、三菱の直噴ディーゼルの研究の着手と、数々のエンジンの開発の歴史についてお話しいただければと思います。私もそのころから、ちょうど会社に入って開発に参加できた頃ではないかと思っています。

山田 三菱の高速ディーゼルエンジンの歴史は、先ほど述べましたように、直噴式から始まったわけですが、その始まりを第1期、終戦後昭和30年ごろを第2期、本格的開発で現在に至っている機種之源となった時期を第3期とします。特に車両用のエンジンについて触れてみます。

第1期は、昭和6年、これは先ほどお話もしてありますが、三菱で開発した直噴式で、三菱独特の燃焼方式で、シリンダ側にノズルを置いて、ピストン頂面に横方向から2噴孔で吹きつけるもので、噴射ポンプも自社開発、これはメインランジャーとバイパスバルブを持つもの。それから噴射ノズルは、構造が簡単なオープンノズルが使われていました。特にノズルの逆止弁などは開発されておら

ず、噴射後の後ダレ、空気の逆流、噴霧のペネトレーションなど大変な苦勞があったようです。また、初めての高い爆発圧力を経験し、ケルメットメタルの採用、クランク軸の表面焼き入れ、当時はアセチレンバーナーの加熱による焼き入れだったわけですが、これらの技術は、いろいろなトラブルを克服して生み出されたもので、これらは今日の技術の根源にもなっています。また、燃費も175g/P S hと、当時としてはすぐれていました。これらのエンジンのうちL 4 - φ120×160、7.2ℓ、70 P S /1800 r P mが本邦初の自動車用ディーゼルエンジンでありまして、その後、ボアも105から130、シリンダ数もL 4、L 6と展開、陸軍の車両や海軍の内火艇などに使われました。昭和12年に提携を結んだサウラー社の複式渦流式直接噴射式が導入され、逐次サウラー式に変わっていきましたが、三菱オリジナルの直噴も改良が加えられ、終戦まで継続されていました。

昭和9年に、三菱造船と三菱航空機が合併して三菱重工業となりました。高速ディーゼルエンジンに関しても、三菱造船・神戸の予室式と三菱航空機・東京の直噴式の開発を統合して東京に集結し、開発、生産が行われるようになりました。戦時中、特に戦車、車両も、燃料事情、取扱い性、整備性を考え、燃費の犠牲はあったものの、当時としては信頼性の高い予室式へと大勢は傾いていたわけです。

宮下 それでは、今のは第1期ということですが、第2期というのは如何ですか。

山田 第2期は、戦後、再出発した自動車ディーゼルエンジンは、今述べたような事情で、あまり疑うこともなく予室式が採用されました。ただし、昭和20年代後期になりますと、ドイツでも直噴の動き、また我が国でも経済性向上の機運も高まり、三菱でも昭和29年から30年にかけて単気筒試験エンジンで直噴の基礎データを採取、昭和31年にはD B型の直噴式を開発しました。これは4弁で中央ノズル、シュラウド弁、トロイダル燃焼室を備えたもので、予室130 P Sを150 P Sにすることができ、燃費も165g/P S hまで改善されました。

各種の走行試験も2年間にわたって行われましたが、最後まで燃料噴射弁機能の劣化による性能の低下、黒煙、騒音を対策しきれず、自動車用としての実用化を断念せざるを得ませんでした。今となってみれば、開発技術力、工作能力、取扱い能力ともども未熟であったと言わざるを得ません。一般自動車用としては、予室式の改良が重ねられ、ルーツブローアー過給、ターボブローアー過給も加えて、予室式全盛時代を迎えました。

昭和30年代半ばより小型のトラック・バス用ディーゼルエンジンが戦列に加わり、昭和50年半ばより開発された直噴式小型ディーゼルが出現するまでは、渦流室式が本流で、現在でも十分にその使命を果たしています。渦流室式は、広い回転範囲で性能が発揮されること、予室式に比べ高速での出力が得られやすいこと、燃費も比較的良好で、騒音も比較制御しやすく、噴射系を含め安価に製造し得たことがその理由でありました。

一方、昭和40年後半より、大気汚染防止の機運が次第にその高まりを見せ、昭和43年には大気汚染防止法の成立、昭和45年には第1次排出ガス規制強化が運輸省より指示されました。特にNO xの排出量に関しては、当時予室は直噴の半分程度で、将来の規制強化を考えれば、ベースを予室式にしておいて性能改善で取り組むのが賢明ではないか、あるいは燃料価格の高騰、高速道路の整備による高速化と多量輸送には、当時まだ対応技術が十分に確立していなかったが、直噴式で挑戦すべきか、岐路に立たされたわけでありました。

宮下 三菱として悩んだ時期に、私は、直噴の基礎試験をしていたと思います。

山田 結局は、後者の直噴式が本命となり、現在に至っていますが、三菱は予室式への過信と直噴式での苦い経験もあったため、しばらくの間、前者の方針をとりました。このため、特に大型車のエンジンの直噴化が若干遅れ、マーケットで苦戦する結果となりました。

宮下 これが第2期の大きな出来事ですね。次の第3期は、どんなものでしょう。

山田 第3期は、直噴の研究そのものは昭和44年ごろより大型エンジンで始めていましたが、市場に投入したのは昭和48年からであり、全機種への切りかえは昭和49年でした。一方、昭和44年から昭和46年にかけてMAN社のM燃焼方式の研究を中型車用ディーゼルを対象に行っていました。当時は、静粛性を最大の特徴としたエンジンで、これはフランスのSaviem社のM方式エンジンを使って行っ

たわけですが、これでいろいろなテストを実施しましたが、結果的にはH C、N O x上の不利、始動後の白煙、臭い等問題が多く、採用するに至りませんでした。その後間もなく、ドイツ、アメリカ、日本のM燃焼方式採用エンジンはすべて姿を消していったわけであります。今日の排出ガス規制を考えれば、生き長らえるエンジンではなかったと思います。

前に申しあげました自己開発の直噴エンジンの実用化の過程では、さまざまなトラブルを経験しました。予室式と比べ、燃焼による高い圧力と高周波成分の寄与の多い圧力上昇率の高さが基本的な予室との違いでありました。高性能化のためには噴射圧の増加、噴射率の増加が必要であったわけであります。そのため主要運動部分や構造部分の強度、特に振動による付加応力への対応、例えばクランク軸のねじり振動、シリンダーライナーキャビテーション発生、また噴射系では、残圧変動をによるキャビテーションの発生、エンジンを含めた車両の振動系では、回転変動に対する噴射並びにガバナーの応答遅れによるカーノック現象など問題が生じました。これらの諸問題は、解決に長時間を要する難問でありました。その後の噴射圧の増加とともに条件はさらに厳しくなり、苦労も多かったわけであります。基本的には、この時期に得られた知見が今日の直噴エンジンに発展する段階での重要なマイルストーンであったと思っております。

その後、昭和50年、中型車直噴エンジン、昭和57年、小型車直噴エンジンがマーケットに投入され、さらに機種展開、性能の向上、排出ガス対策を進めて、大部分のエンジンが直噴化され、今日に至ったわけです。

6. 大型トラック用V型ディーゼルエンジンの開発

宮下 おっしゃられた、ライナーキャビテーションやカーノック、このご苦労がその後の開発に役立っているというのは、私も同じ立場です。

次に、山田さんの一番力をお入れになりました、V型のディーゼルエンジンについてお伺いしたいんですが。

山田 これは若いころの宮下さんが設計の第一線で取り組まれたものですが、昭和30年代後半からの神武景気、昭和35年の岩戸景気、引き続く我が国の経済成長の過程で自動車輸送が国内の物流機構の中で重要度を増し、トラック貨物輸送量が鉄道を追い越し、主役の座を占めるまでになりました。それには、国策としての高速道路網整備が大きな役割を果たしました。また、大量輸送と経済性の要求に対して、総重量、軸重制限いっばいの総重量20トン車、3軸車の出現は当然の帰着であったわけであります。

三菱では昭和34年、他社にさきがけてT390型、3軸車を開発、これにはDBエンジンの排気ガスターボ過給の220PSで対応しましたが、エンジン本体の耐久性はユーザーの要望に十分こたえられないものであったわけであります。

一方、昭和34年、海外進出最初のケースとして、オーストラリアにトラック、トラクタをDB無過給155PSで出しましたが、トラブル多く長期間の苦戦の末、昭和39年には一時撤退を余儀なくされました。これも長距離、長時間連続、高速運行の初体験で、使用条件に対し、エンジンの余裕出力の不足が明確になって、多くの試練に耐えねばならなかったわけです。

昭和37年、高速バス用としてV8-8DB無過給220PSを開発しましたが、これは昭和38年の名神高速道路の一部開通に向けてです。単一機種のため、コスト高で一般トラック用としての市場性に欠けるものでありました。

昭和35年ごろ、アメリカのカミンズ社は新しいコンパクト設計のV型シリーズエンジンを開発、量産化を進めていました。我々もこれに刺激を受けて、大排気量、高出力、低燃費、高速耐久性を持つ次期エンジンが必要になり、昭和38年よりその開発に着手をしました。

大型車用エンジンとして、戦後初めて次世代エンジンの新開発ということで、単気筒エンジンによる燃焼室決定はもちろんのこと、V型と最適ボア、ストロークの選定という最も基本的な問題から出発したわけです。

宮下 昭和38年は、私が入社した年でありますけれども、そのボア、ストロークの選定について、

三菱の新入社員が必ず経験する技師登用論文のテーマに取り上げたことを記憶しております。

山田 そうだったですね。生産設備もここで一新されて、このエンジンの加工ラインの量産設備は、当時我が国で最も近代化されたものでした。昭和41年にV6、昭和42年にV8、昭和43年にV12、そして昭和47年にV10を発表して、現在のDC型エンジンシリーズの原型となったわけです。

トラック用DC型エンジンは、最も積載効率の高いキャブオーバー型への搭載のため、軽量、コンパクト化が必要であり、そのため基本構造を90度Vシリンダ配列とオーバースクエア方式の採用によってコンパクト、軽量化の両立を図るとともに、低ピストンスピードによるフリクション低減により高出力と低燃費を実現したものです。燃焼室には、DBシリーズでの長年の経験をベースに出力、騒音、始動性、取扱い性にすぐれた予室式を採用しました。また量産性、メンテナンス面を考慮して、ボア、ストロークを統一して、ファミリーシリーズエンジンとしたことも新しい考え方であったと思います。

これによって、6DCは従来の6DBと比べ、長さで200ミリ減り、搭載性が改善され、排気量、トルク、出力は20%増大し、低フリクション化により燃費もすべての点ですぐれ、V型、ショートストローク構造の有利性が実証されたわけです。

本系列エンジンが市場に出て30年を経過していますが、その間の仕様の変更及び諸性能の向上は、1番目に、燃焼方式が予室式から直噴式に、2番目に、ボア、ストロークは $\phi 130 \times 125$ であったものが $\phi 146 \times 150$ まで同一シリンダピッチでバリエーションを設定したこと。3番目に、出力は一番初めはV6の200PSから、最終的にはV10の540PSまでをカバー。4番目に、燃費は185g/PS hから140g/PS hに改良。5番目に、排ガスのNOxは65%低減。それから、加速騒音は9dB(A)低減。寿命は20万キロから100万キロに改善をしたわけです。

排出ガス対策など、社会的規制の大幅な強化に対応し、さらにユーザーサイドからの経済的な要求を同時に満たすためには、さまざまな高性能化のための新技術の開発とたゆまぬ耐久、信頼性の確保の諸施策、また、それらを確保するための新しい試験法の開発も必要でした。

少し余談になりますが、今エンジンの開発手段の1つとして、コンピュータによる設計、シミュレーション、実験のためのCAD、CAEなどは常識化していますけれども、コンピュータは30年前には計算のほんの一部に使われ始めた段階でありまして、その後、有限要素法の導入以来、強度、振動解析や設計手法が飛躍的に進歩、またそのほか、流れ、燃焼観察や解析、ホログラフィーによる振動伝達の解析など、開発の質、スピードともに画期的にレベルアップがなされたわけですが、これらのベースデータには、この30年間にわたる苦勞の痕跡が刻まれているものと思います。

7. ディーゼルエンジンの排出ガス対策規制への対応

宮下 今おっしゃったのは、ディーゼルエンジンの進歩は、排出ガス規制への対応の歴史と考えるのもいいと思いますが、今度は排出ガスの対応について、山田さんのご経験をお話していただければと思います。

山田 今、世界の自動車用ディーゼルエンジンの歴史が七十数年になったわけですが、その後半について言えば、まさにおっしゃるとおり、排出ガス規制への対応の歴史とディーゼルエンジンの歴史が一致するわけです。昭和40年代後期までは、経済成長と道路整備の進展に支えられ、また、市場の要望に対応してトラック・バス用のディーゼルエンジンは高出力化、低燃費化、耐久性向上を目標に突っ走ってきました。また小型、中型車への幅広い車種展開と、その量的規模の拡大に開発の重点があったわけです。

当時、三菱は小型は渦流室式で、その他は予室式であり、いずれにしても副室式を生産しておりました。昭和40年代の初めから直噴式の研究を始めましたが、昭和48年に本格的に直噴式が始まるまで、副室式に全面的に依存をしていたわけです。

公害問題に関しては、そのころ種々の地域的なトラブル発生に源を発して、昭和43年には大気汚染防止法が成立、昭和45年には運輸省より排出ガス規制強化の方針が打ち出されました。第1次規制は49年規制としてCO、HC、NOxが指定され、その後規制値は逐次強化、一昨年にはパーティキュレートの規制も追加され、今日の第6次規制に至っております。今世紀の末には第7次が控えていま

す。

宮下 その中の規制項目で、特にお話されることはございますか。

山田 煙濃度だけは、戦前よりディーゼルの宿弊の一つとして、その低減が望まれていました。戦後、自動車技術会でもこの問題を取り上げ、ディーゼル機関専門委員会で煙濃度の測定法の研究に着手したのが昭和31年だったと思います。ガスを直接光電管で読み取る方式と、一定量のガスをろ紙に通し、そのろ紙を光電管で読み取る方式の2つがありましたが、後者が信頼性があるものとして採用され、長らく各方面で利用されました。当時の委員会の主な作業は、煙濃度の測定と出力修正式の設定でありました。

各種排気成分の対策の本格的な研究が始まったのは、直噴化の動きが始まった昭和40年代半ばからでありまして、三菱も昭和45年に専門のプロジェクトチームを発足しました。排出ガス対策の困難な点の一つは、他の性能、すなわち出力と燃費、始動性、騒音、耐久性等との相克関係です。この二律背反に挑戦することで、ディーゼルの性能は一段と向上することになったことは、戦後最大の飛躍をなし遂げるための試練であったように思います。

当初の考え方は、排出ガス対策によって、基本的に出力、燃費等の性能の低下が予想されたため、まず第一に対策すべきエンジンの性能を最高のレベルにしておくことでした。対策技術は試行錯誤を繰り返して、一つ一つ積み重ねられたものです。その中で特に注目したいのは、ディーゼル誕生以来の噴射圧力増大の経過です。圧縮空気の力を借りて燃料の霧化を図った初期のディーゼルから、Boschによる噴射ポンプの普及、1927年以降ですけれども、すなわちソリッド・インジェクションになったことを経て、高圧化の歴史が始まったわけです。終戦直後のディーゼルエンジンの噴射圧は、予室式のためもあり、300から400 b a r 程度のものでしたが、今日の排出ガス対策に対応するためには1000 b a r 前後の噴射圧になっています。100年のディーゼルの歴史は、ゼロの噴射圧を1000 b a r にした歴史でもありましたが、この高圧化にはさまざまな新技術の開発が必要でした。

8. 新技術の開発、育成（プレストローク制御式噴射ポンプ、パワータードなど）

宮下 新技術と言えば、山田さんは三菱のトラック・バスの開発の軸にいらした方なので、このほかの新技術の開発では何かございますか。

山田 いろいろとあったわけですが、ここではその幾つかについてお話したいと思います。まず初めに、エンジンの新制御方式ということでお話しますと、昭和50年半ばから低燃費、排出ガス対策、ドライバビリティの向上など、ユーザーのニーズに対応するために、エレクトロニクスの発展を背景に、燃料噴射系を中心とする電子制御システムの開発に着手しました。排出ガス、特にNOx低減のために噴射タイミングの遅延が必要となり、高精度の制御が可能なシステムとして電子油圧タイマーが開発され、昭和58年以降、大型エンジンに採用されました。また、噴射量を制御するガバナについても電子ガバナが開発され、電子タイマーと組み合わせられて昭和60年よりオプション装備、昭和63年以降デジタル制御方式となって今日に至っています。

宮下 電子制御と言えば、当社独自のプレストローク制御式燃料噴射ポンプがありますが、これはどうでしょう。

山田 プレストローク制御式燃料噴射ポンプについて申し上げますと、このポンプは約10年かけて開発したものでありまして、途中からディーゼル機器、今の株式会社ゼクセルと共同開発となったものであります。倍速ポンプによる高圧化の研究の始まりで、この10年間、種々の試行錯誤を経て、結局はP型ポンプをベースに現在の形となりました。昭和63年より6D2型エンジン、これはL6-11.1ℓなんですけど、これで採用を始めました。その後、排出ガス規制強化に対応するため、燃費改善には燃料噴射の高圧化は有効であるが、従来のポンプでは高圧の必要な低速域では、高圧化を図ると、高速域で圧力過大となる問題がありました。このため、固定式であったプランジャーのプレストロークをロータリーソレイノイドでコントロールスリーブを電子制御することによってこのストロークを変換として、低速域を高圧化、高速域は従来の噴射圧とする画期的なものであったわけです。現在、ディーゼル各社にも広く採用されているようですが、これはその証しと言えると思います。

この噴射ポンプは、低速域でのパーティキュレート低減、トルクの増大、発進応答性の向上、低温始動性の向上、アイドリング騒音の低減、始動後の白煙の低減にも有効であって、エンジンの装着も容易であったわけです。

宮下 噴射系のほかにも、今はやりのパワータードブレーキというのがありますね。

山田 パワータードブレーキについてお話ししますと、三菱のトラック・バスの戦後のブレーキシステムは、最も原始的な真空サーボ式から始まりまして、その後、エアサーボ油圧式、フルエア方式へと、使用状況の変化と条件に応じて逐次その性能向上が図られてきました。

補助ブレーキとして排気ブレーキが初めて使用された時期は昭和35年ごろ、神戸市営納入の六甲山路線バスであったと思います。その作動もソレイノドによる電気式からエア圧式に改善が行われましたが、高温部分での信頼性、耐久性にかなり苦勞をした思い出があります。昭和37年には高速用のバスに標準化され、その後、全機種へと展開しました。また同時期、トラック用として渦電流式リターダも試用しましたが、実用化には至りませんでした。

補助ブレーキとしての排気ブレーキが全機種に採用されるようになりましたが、高出力、特に高過給エンジン搭載車の制動能力を向上させる必要から、三菱独自のエンジンブレーキシステムとしてパワータードを開発し、昭和59年にこれを採用した6D2型の過給、インタークーラ付エンジンを搭載したトラックを発売しました。

パワータードシステムは、シリンダヘッドに専用弁を設け、膨張行程で排気カムを利用して油圧を発生し、電磁弁の制御によって専用弁を開放することにより減圧して、エンジンブレーキ力を得るシステムです。平成3年、エンジンの4弁化に際して、専用弁設置が困難なため排気弁をそのまま活用することとし、この方式の基本特許を持つ米国ジェイコブス社との提携により新方式を開発、専用部品を同社から供給を受け生産することになりました。

以上のような制動能力の向上効果に加え、フットブレーキ頻度の激減、ブレーキ関係諸磨耗部品の寿命延長などにも多大な貢献をすることができるようになったと思います。

9. ふそうトラック・バスの育成

宮下 今まではエンジンを中心に、コンポーネントについて伺ってまいりましたが、大きく、三菱のトラック・バスという観点から見たときの歴史というのはいかがなものでしょうか。

山田 昭和6年から着手した三菱のトラック・バス及びエンジンも、開戦までの間はまさにその揺籃期でありましたが、その多くは陸軍、関東軍、南満州鉄道へ納入され、国内では鉄道省向けバスが主であり、官、軍向けから始まりました。昭和13年、自動車専用工場として建設された丸子工場は、完成と同時に戦車工場に指定され、続いて設立された川崎工場も海軍用のエンジン、陸軍運輸部向け、その他のエンジンの製作工場に指定、満州向けサウラー型自動車の製作、これはCT20型と称したのですが、これもわずか20台で終わり、終戦まで軍需品のみとなって、残念ながら自動車は中断となってしまいました。

ただし、振り返ってみますと、トラック・バスの誕生は、やはり軍や鉄道省の強い要請によって促進され、ユーザー側からのさまざまな要望にこたえながら育てられたことも事実です。戦後の状況を見ても、復興期段階では警察予備隊、保安隊、防衛庁及び国鉄からの開発要請、技術要請が我々メーカーの技術のレベルアップに多大の貢献をしたことは否めません。これらユーザー側の方々は、国策に添った使命感で我々を指導されたことと思いますが、すぐれた技術者が多くおられ、我々を大いに啓発されたことは、今から振り返ってもその功績は大きく感謝に耐えないところであります。

宮下 メーカーとしてはどうお考えですか。

山田 メーカーとしても戦後、陸海軍の技術者の残党が多く企業に配属されることになり、また、航空機に携わった多くの技術者が自動車関連に転向しました。荒廃の中からの出発でありましたが、戦前から培われた技術者魂が間もなく蘇り、戦後、自動車工業が急速に立ち直り、トップレベルにまで育つ原動力となったわけです。これらの方々も今や現役を退き、また故人となられた方も多く、これも50年の歳月の然らしめるところではありますが、その功績を忘れることはできません。

50年をマクロに見れば、戦後からバブル期にかけ、トラック・バス事業は成長の一途をたどったように見えますが、その間、2回にわたるオイルショック、何回かの好景気の後に来る厳しい低迷期を耐え抜かねばなりません。また、昭和40年半ばより次第に厳しさを増した排気公害、騒音公害に対処し、同業者間の競争激化の中でユーザー志向を強め、経済性、安全性、操作性、耐久性、コストの面などの競争を通して一段と技術レベルを上げると同時に、現在のような大幅な車種展開に至ったわけです。

一方、排出ガス規制、安全規制等には、一企業だけの研究では対処できない規模ともなり、大学、研究所、民間企業が一緒になって立ち向かわねばならない面も多く、その要として、自動車技術会が重要な役割を果たして今日に至ったわけです。

また、昭和40年代には、我が国のメーカーも外国研究所との接触が始まり、先進技術に対する各メーカーの知見も共通の面が多くなりました。言いかえれば、特に排出ガス対策に関しては、世界的に同じレベルでの研究が続けられ、前に申し上げた、自動車技術会の活動と相まって、各企業は協調と競争の時代に入った感があり、これらが我が国のトラック・バスの発展に大きな働きをしていることも否定できません。

宮下 現在の当社の立場について、何かお感じになることはございますか。

山田 我が国のトラック・バスが先進国の一流のものに実力で追いつけたのは、いつ頃からであったろうかと思いますが、三菱は昭和27年以降、世界数十カ国へ輸出をしておりますが、輸出先でいろいろトラブルに見舞われ、その試練への挑戦が一つ一つ身になっていったものと思います。使用条件の違い、ユーザーの意識、技術の違い、車種、性能のアンマッチなどが原因だったと思いますが、これらの克服のためには莫大な授業料も納めたわけです。一応安心して世界どこへでも出せる自信がついたのは、昭和50年代からであったのではないかと思います。例えば、オーストラリアでの高速、長距離、長時間での耐久性、チリでの過酷制動操作、ソ連、特にシベリアでのマイナス50度極寒条件、サウジ、イラクでの砂塵との戦い、東南アジアでの過積と悪路、中国での過積、極悪路高速運転等々、輸出によっても多くを学び、育成されたものと思います。

国内でも昭和39年に名神、昭和44年に東名高速道が開通し、その後高速道路網が整備されましたが、車にとっては初体験の厳しい条件となりました。この解決が各部分の技術のレベルアップのきっかけとなりましたし、前に述べました輸出とあわせて、トラック・バスの育成の大きなインパクトともなったわけです。

また開発の質、量ともに、その向上が叫ばれるために、メーカーは出荷前の諸性能、信頼性、耐久性の確認が一層重要視されるようになりました。事前確認の手法、各コンポーネントごとの確認法が開発されたことはもちろんであります。最終確認は、やはり実車の走行に依らざるを得なかったものでありまして、現在もその点は変わっていないと思います。

三菱は昭和55年にトラック・バス専用のテストコースが栃木県に完成し、高速道路はもちろんであります。今までさんざん苦労した世界各国の模擬道路、スリップ路、登坂路などで事前チェックができるようになりました。車のレベルを一段と向上することが可能になりました。この設備と試験法の整備は、我々の強力な武器となったわけです。

宮下 今まで大型車を中心にお話していただきましたけど、このほかの車はどうでしょう。

山田 三菱は、昭和39年に本格的な4トン積みディーゼルを先駆けて発売、当時、爆発的な人気を博したわけですが、一時不運の時代もありましたが、30年を経た現在もトップの座を占めているはず。経済の大型化、道路網の整備を背景に、大型車並みの積載効率、小型車並みの機動性と余裕のあるエンジンを搭載したことが成功の要因であったと思います。4トン積95PSから出発した中型車も、今や積載量は8トン積みまで、エンジン出力はインタークーラ付ターボで255PSに達し、一大カテゴリーを形成するに至りました。

小型トラックも中型同様、昭和33年ごろから開発が進められて、初め1.5ℓディーゼルで開発を進めていましたが、昭和38年発売したときには2ℓ、2トン積みとして小型車の分野に参入、フルラインディーゼルトラックメーカーとしての基盤を築きました。今や積載量は3.5トン積みまで、エンジン

出力は直噴インタークーラ付ターボで155P Sに達し、広幅キャブ、4WD、オートマティックトランスミッション車などのバリエーションを加え、国内外で最も活躍している車種であります。

宮下 このほか、長年トップシェアを維持していますバスについて、少し触れていただきたいのですが。

山田 バスに関しては、三菱は昭和7年にガソリンバスを、昭和10年にディーゼルバスを世に出して以来、今日に至るまで先駆的役割を果たし、バス総合での国内のトップの座を守り続けてまいっております。またボディー、シャシ、エンジンなど、コンポーネントを一社で一貫して開発、生産している会社も国内では唯一です。

昭和21年、戦後の生産第1号はバスからの再開でありましたが、大型トラックも昭和26年に至るまで、このバスのフレームの上に荷台を載せるという、バス主体の車台からの始まりでした。一方、昭和22年、航空機工場であった名古屋では、航空機製作の技術と手持ちの材料を生かしてボディー製作に立ち上がり、トヨタ、日産、いすゞ、米軍車などのシャシへの架装作業が昭和25年まで続き、以降、市場の条件も整い、本格的な標準バスの製作へと移りました。

ボンネット・フレーム付バスも昭和33年には、既にエアサスペンション、冷房装置のついたモノコックボディーへの近代化が図られました。その後、デラックス化、高速化のためセミデッキ仕様、フルデッキ仕様、TV装着など改造が続きましたが、昭和57年、ふそうエアロシリーズバスとして、スーパー・コンプ・ストラクチャー、これはラーメンとモノコックの利点を結びつけたものでありますが、このボディーを新開発、全く新しい製作方法のために最新鋭工場を新設、バリエーションを展開し、バスの新時代を画し、現在に至っております。

100P Sからスタートした三菱大型バスも400P Sに達し、半自動ミッション、パワータードブレーキ、独立懸架サスペンション、3軸車のセルフステア、電子制御サスペンション、ニーリング機構など、次々と新技術を投入、その新鮮さを保っていると思います。

10. おわりに

宮下 それでは最後に、自動車技術に携わっている若い技術者、また携わろうとしている学生に対して、一言お言葉をいただければと思います。

山田 若い技術者に贈る言葉ということですが、日進月歩の激しい自動車技術の世界では、過去に生きた年寄りの出る幕はもはやなく、老兵はただ消え去るのみだと思っています。

私事で恐縮ですが、この50年を振り返って、その揺籃期、発展期、激動期を自動車技術の開発に携わることができたことは幸運でありましたし、生涯をかけるに悔いのない仕事であったと思っております。

今後、この自動車、トラック・バスの世界は質こそ次第に変わるかもしれないし、また自動車を取り巻く環境が一層厳しさを増しても、世界中の人々の生活を豊かにする社会的意味は、従来に増して極めて大きくなることは自明であります。この道を志す若い人がやりがいのある、創造的な仕事として人生を託すに十分値するものではないでしょうか。この数年間の目覚ましい進歩を見るにつけ、若い方々に何か申し上げるどころか、その活躍に敬意を表したい。必ずや、諸君の英知で明るい未来が開けることを確信しています。

宮下 本日はお忙しいところ時間を割いていただきまして、貴重なお話をありがとうございました。