

環境性能を飛躍的に高めた 新型クリーンディーゼルエンジンを 世界のお客様のもとへ

世界の自動車市場は、新興国を中心に今後も持続的な成長が見込まれています。一方、クルマに関わる環境規制は、先進国、新興国を問わず強化されていく方向にあり、燃費が良く、CO₂排出量が少ないディーゼルエンジンに対する需要が高まっています。こうしたなか、当社のエンジン事業は、トヨタ自動車(株)のディーゼルエンジン事業において、開発、生産技術、生産などさまざまな分野で深く関わってきました。この特集では、動力性能と環境性能を両立させた新型ディーゼルエンジンと、その性能向上に大きな役割を担ったターボチャージャーの開発と生産の取り組みについてご紹介します。

環境性能を飛躍的に高めたトヨタ自動車の 新型ディーゼルエンジンの立ち上げに、開発段階から参画

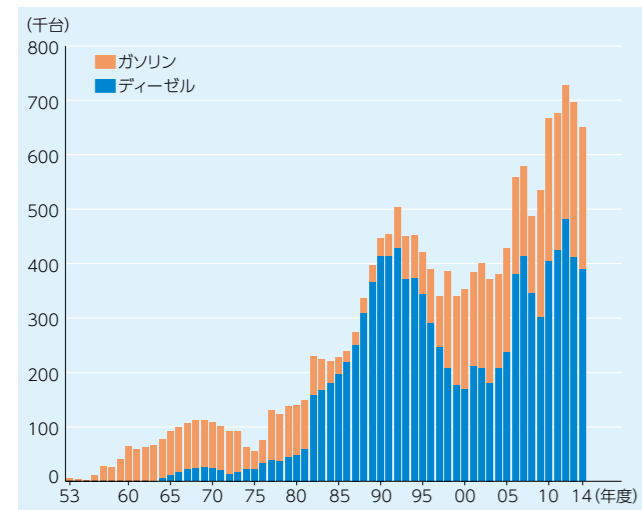
当社は、長年蓄積してきたディーゼルエンジンの技術をもとに、トヨタ自動車の主力モデルKD型の次期モデルであるGD型ディーゼルエンジン(1GD-FTVおよび2GD-FTV)の開発に参画。2015年6月には、日本向けランドクルーザープラドやタイ向けハイラックスに搭載される2.8ℓ直噴ターボディーゼルエンジン「1GD-FTV」を当社の東知多工場(愛知県)で生産開始しました。

このGD型ディーゼルエンジンは、2.4ℓ直噴ターボディーゼルエンジン「2GD-FTV」も含めトヨタ自動車のディーゼル車の約7割に搭載されるモデルであり、厳しい排出ガス規制が適用されつつある先進国はもちろん、今後規制が強化される新興国においても、よりクリーンなエンジンへのニーズに応えるものです。新開発したGD型ディーゼルエンジンは、世界初のTSWIN*1を取り入れた次世代高断熱ディーゼル燃焼や、当社が開発に参画したターボチャージャー(過給機、以下ターボ)の採用により、世界トップレベルの最大熱効率44%を達成しました。これにより、KD型ディーゼルエンジンと比較しCO₂排出量を最大約15%低減するなど、環境性能が大幅に向上。また、動力性能についても、発進トルクや加速レスポンスなどの大幅な向上を実現しました。さらに、トヨタ初となる尿素SCR*2システムの採用などで、世界で最も厳しい排出ガス規制である欧州EURO6や平成22年(ポスト新長期)排出ガス規制などに対応しています。

*1: Thermo Swing Wall Insulation Technologyの略。燃焼時の冷却損失を低減させる燃焼改善技術。

*2: Selective Catalytic Reductionの略。尿素水を使って排出ガス中の窒素酸化物を浄化する技術。

当社のエンジン生産台数



*フォークリフト用エンジンを含み、CKDは含まない。

革新と挑戦の歴史を持つ、 豊田自動織機のエンジン事業

当社は、1953年にエンジン事業へ参入しました。自動車用ガソリンエンジンに加えて自動車用ディーゼルエンジンへと生産を拡大し、さらには、自動車用エンジンの技術を活用してフォークリフトをはじめとした産業用エンジンの生産を開始するなど、事業の幅を広げてきました。

現在、自動車用としては、トヨタ自動車のIMV(新興国向け戦略車)などに搭載のKD型ディーゼルエンジン、ランドクルーザーなどに搭載されているVD型ディーゼルエンジン、RAV4などに搭載されているAR型ガソリンエンジンを生産しています。また、産業用としてはトヨタ1KD型ディーゼルエンジンやY型ガス・ガソリンエンジンなどを生産し、当社のフォークリフトなどにも搭載しています。

このうち、トヨタ自動車のディーゼルエンジンには、開発や生産の分野において特に大きく携わっており、クリーン、低燃費、高性能なエンジンの開発、フレキシブルな生産ラインによる多品種少量生産など、開発・生産両面の強みを活かしてトヨタ自動車のディーゼル車づくりに貢献しています。

世界的に高まるクリーンディーゼルへの 期待に応えた新型エンジン

ハイブリッド車、電気自動車などクルマの電動化が進む



新開発のGD型ディーゼルエンジン

一方、ディーゼル車はガソリン車と比べて燃費が良くCO₂排出量が少ないため、地球温暖化対策の面で欧州では以前から高く評価されていました。また、ディーゼルエンジンは、動力性能の面においても、ランドクルーザーやIMVなどのクルマで要求される高い水準を満たすことのできるパワートレインであると言えます。

今回の開発では、欧州、日本、アジア、南米、オセアニアなどの排出ガス規制への対応とともに、燃費、低速トルク、静粛性、信頼性などにおける優れた性能を実現するため、エンジンの構造を根本的に見直しました。また、搭載するターボについては、エンジンとターボの各々の開発スタッフが目標を共有し、お互いの開発状況を密に把握しながら開発を進めました。

騒音・振動や排出ガスに含まれるPM*3などの低減がディーゼルエンジンの課題ですが、本来の力強い走りに加えて、環境性能も向上したGD型ディーゼルエンジンは、今後の世界市場において高い競争力を発揮するものと期待されています。

*3: Particulate Matterの略。粒子状物質。

エンジン開発者の声 エンジン事業部 技術部



グループ長
加藤 丈幸

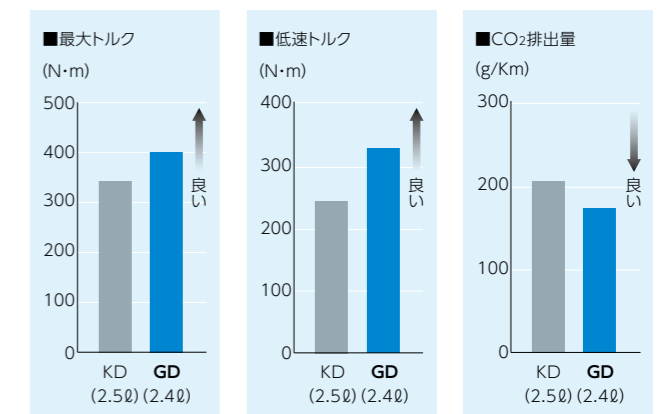
ワーキング
リーダー
石川 琢

GD型ディーゼルエンジンの開発では、性能の大幅な向上を達成するために、技術的にもチャレンジングな目標を掲げ、開発、品質保証、生産技術といった関係部門が一つのチームのような一体感で、開発を進めました。

例えば、吸排気装置の最適設計のために、1つのシリンダーを6本で締めていた構造を4本に減らすことをめざしましたが、その場合、シリンダーヘッドの密閉性の面で不利になるという問題が生じました。また、エンジン性能をあげることでシリンダーヘッドに熱負荷や応力というストレスがかかるため、構造や材料の見直しも必要となりました。

こうした困難な課題が山積するなか、同じフロアに集まっている関係部門が垣根を越え、密に連携して取り組むことによってクリアできたことが、大きな自信となりました。

GD型エンジンとKD型エンジンの比較



コンプレッサー事業で培った技術・ノウハウなどの 当社の強みを、キーコンポーネントの 「ターボチャージャー」開発に活用

エンジンの動力性能や環境性能は、搭載するターボの能力に左右されることも多いため、世界各国の排出ガス規制が強化されるなか、ターボは欠かせないものになりつつあります。「世界一のディーゼルエンジンの開発」は、新型ディーゼルエンジンに搭載されるターボも世界一でなければ実現できません。

しかし、ターボの世界市場は、先行する大手4社で80%以上を占めており、新規参入は難しいと考えられていました。そうした状況のもと、当社は、トヨタ自動車の自動車用ディーゼルエンジン向けターボの開発に参画し、2015年2月には生産を開始することができました。

ターボの立ち上げにおいては、エンジン本体の開発チームとの密な連携や、コンプレッサー事業で培ってきたノウハウ、さらには、2013年に新型エンジンフォークリフト向けに初めて自社開発・生産の産業用ターボを搭載した経験など、各事業の強みを活用することができました。



新型ターボチャージャー

開発で重点を置いたのは、軽量化・小型化と高効率化の両立です。エンジンの排気エネルギーを効率良く再びエンジンに送り込むために、基本骨格や素材の見直し、工法の切り替えなど、さまざまな工夫を織り込みました。また、乗用車では走る楽しみが求められるため、エンジンの開発チームからターボの味付けなどを学びながら開発を進めることができたのは大きな成果です。

当社の開発陣が担当した主な分野は、性能改善に大きく寄与する可変ノズルベーンの改良、空力設計の見直しなどです。これにより世界トップレベルの小型・高効率、ターボの作動領域のワイドレンジ化を実現。また、ターボの商品化段階では、全社的なプロジェクトを立ち上げ、エンジン事業のみならず、コンプレッサー事業での圧縮技術や加工技術も応用するなど、幅広い技術やノウハウを活用しました。また、エンジン事業で蓄積した技術を活かすことで、GD型ディーゼルエンジンに対しコストパフォーマンスも良く最適なターボを完成することができました。

ターボの生産については、エンジンと比較して一段と高い加工精度が求められます。そのため、生産設備については、これまで非常に精密な加工技術が必要とされるコンプレッサーの生産設備の開発を担ってきた当社の生技開発センターとの協業により内製化を進め、高品質・高性能なターボの量産を実現しました。

ターボ開発者の声 エンジン事業部 Tプロジェクト



プロジェクト
リーダー
石川 学



ワーキング
リーダー
岩田大武

新型ターボで一番力を注いだのは、基本性能に関わる可変ノズルの設計でした。これは、回転翼への排気ガスの流れをエンジンの運転状況に合わせて制御し、ターボの高効率化に大きく関わる部品ですが、エンジン本体との最適化が大きな課題でした。ターボの設計変更がエンジンのシステムに影響する一方、エンジンの設計変更はターボの構造に影響します。こうした課題に対し、エンジンとターボの両方を開発するメリットを活かして徹底的なすり合わせを行った結果、最適な答えを導き出すことができた時には大きな達成感がありました。今回の経験や知見をもとに、産業車両向けのターボを含め、次世代のターボ開発にも取り組んでいきます。

ターボ生産技術者の声 エンジン事業部 生産技術部



ワーキング
リーダー
高松克繁

新型ターボの生産にあたって挑戦した最大の課題は、高品質と低コストの両立、ダウンサイジングです。先行するターボメーカーの品質に負けないよう、当社のモノづくりの実績や新しいアイデアを活かしたラインづくりに取り組みました。特に重要な翼加工においては、開発と生産技術、製造、品質保証などのスタッフが一つのチームとなって取り組み、高い加工精度を実現できました。フォークリフト向けターボ生産の経験を活かし、加工精度と生産効率の両立について開発部門と何度もすり合わせをしたことで、より効率的なラインの構築につながりました。

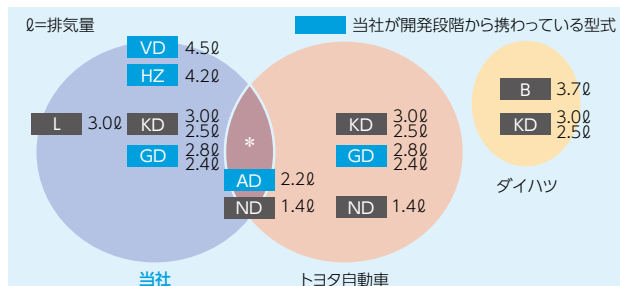
魅力的なディーゼルエンジンを
世界のお客様に届ける体制づくり

2014年11月、当社とトヨタ自動車は、これまで共同で取り組んできたディーゼルエンジンの開発・生産機能を、順次、当社へ集約することで合意した旨を発表しました。これは、両社にまたがる機能を集約しリソースを最適に配分することで、効率良くディーゼルエンジンの競争力を強化していくことをねらいとしたものです。

開発の効率化を進め、コスト面での競争力を高めるとともに、エンジン事業の専門性をさらに高め、3E(Environment, Ecology & Energy)技術に磨きをかけて、環境性能をはじめ、高い品質で魅力あるディーゼルエンジンを、自動車用、産業用エンジンとともに世界のお客様へお届けしていきます。

今回の新型ディーゼルエンジンとターボの立ち上げで築いた開発・生産両面の基盤を強固なものにし、当社のエンジン事業を成長させるとともに、環境負荷の少ない社会づくりに貢献していきます。

トヨタグループにおける自動車ディーゼルエンジンの生産分担



* : TMIP ポーランドにあるトヨタ自動車と当社の合併会社