

基調論文 パワートレイン機器分野の将来動向・開発動向*

Future Trends and Development Trends in the Field of Powertrain Control Systems

高尾光則

宮木正彦

Mitsunori TAKAO

Masahiko MIYAKI

In order to continue to enjoy the benefit of automobiles while giving due consideration to their environmental impact, the coexistence of low emission and low fuel consumption is indispensable.

Regarding gasoline, this paper addresses the improvement of fuel consumption as a key point, and describes the progress of EMS (Engine Management System) and the associated system-component technologies of VCT (Variable Cam Timing) and DISI (Direct Injection Spark Ignition).

Regarding diesel, this paper looks at low emissions as a key point, and describes the latest diesel trends as well as the Common Rail System, which plays a material role in the field of diesel fuel.

Key words : Powertrain control systems, Emission, Fuel consumption, EMS, VCT, DISI, Common rail system

<ガソリンエンジン・ハイブリッド分野>

1. はじめに

1957年にクライスラーが世界初の電子制御ガソリン噴射システム（以下EFI：Electronic Fuel Injectionと記す）を装着したエンジンを量産した。

1976年にマイクロコンピュータを用いたシステムが登場すると、制御方法がアナログ方式からデジタル方式へと進化すると同時にガソリンエンジンの制御システムはEFIからエンジン総合制御システム（以下EMS：Engine Management Systemと記す）へとシステム規模を拡大していった。

EFIからEMSへの変化・発展とほぼ同時期に排出ガス規制強化の歴史があり、この二つは互いに影響しあいながら発展と強化をグローバルに繰り返していった。互いに影響しあった時代のかかなり早い時期1977年にEFI+三元触媒のシステムが登場し、その後EMS+三元触媒が排出ガス規制対応技術のグローバルスタンダードとして広く世界に普及した。

現在、最も厳しいカリフォルニア州のP-ZEV (Partial Zero Emission Vehicle) 規制に対応した車両は交通量の多い幹線道路では空気中のHC（炭化水素）を浄化しながら走行するまでのレベルになっている。

EMS+三元触媒を装着したガソリンエンジンは理論空燃比（空燃比とは混合気における空気重量を燃料重量で割ったもの。ガソリンの場合ほぼ14.7で空気中の酸素と燃料が過不足なく反応する。この時の空燃比を理論空燃比という。ストイキともいう。以下 $\lambda = 1$ と記す。 λ は空気過剰率）を採用している。 $\lambda = 1$ の

燃焼は極めて安定性が良い。また、出力はエンジンに吸入される空気量を増減することで制御でき、その空気に対し $\lambda = 1$ を維持できる燃料を噴射すれば排気浄化の機能を達成できる。燃焼安定性をほとんど気にすることなく、出力は空気、排気浄化は燃料を個別に制御すれば良い。このことは出力向上と排気浄化の様々な技術を比較的容易に取り込みながらエンジンを進化させることができることを意味している。EMS+三元触媒を20年間グローバルスタンダードとして、そして現在も多くのエンジンに採用されている理由の一つと考えている。

排出ガス規制強化の時代には相対的に優先順位が落ちていた燃費性能がエネルギーの安全保障と地球温暖化の対策として重要性を増している。

エンジンの燃費性能向上は燃焼と燃焼サイクルに大きく依存している。この結果、EMSにこの二つのパラメータを制御する機能を追加する動きが1990年代後半から活発になった。

燃費性能向上を目指すEMSの発展は大きく二つのアプローチに分類できる。一つは $\lambda = 1$ を維持し、もう一つは $\lambda = 1$ より燃費性能が良いリーン燃焼（理論空燃比よりもガソリン濃度が小さい空燃比の燃焼をリーン燃焼という。）を採用している。リーン燃焼のEMSの代表例はガソリン直噴による成層燃焼システムであるが排気浄化が難しく（三元触媒が使えない）、現時点では主流になっていない。

$\lambda = 1$ を維持したEMSは前記の特性を生かしつつ、

*2006年3月31日 原稿受理

様々な新規機能が追加されている。その代表例が可変動弁システムである。可変動弁システムは燃焼サイクルの改善によって燃費性能を向上する。

ここまではエンジンの性能を向上するエンジン統合制御システムについて説明したが、それとは全く異なるアプローチとして車両統合制御システムによる燃費性能向上が脚光を浴びている。ハイブリッド技術である。パワトレイングループの技術者の視界にはエンジンのみしかなかったが、これからはエンジンだけでなく車の視点からの発想が重要であり、要求されると考える。以下可変動弁システム、ガソリン直噴、ハイブリッドの技術の詳細を説明する。

2. システム制御技術と製品技術

燃費を向上するために、ガソリンエンジンは従来不可能であった領域での燃焼を実現させ、また、燃焼そのものを変化させることによって、より高い運転効率を追求する必要が生じてきた。

近年、その実用例として急速に普及してきたシステム技術に可変動弁と直噴がある。これらは、エンジンとともに、新たなパワトレイン製品と制御がセットで進化して実現できたシステム技術である。

可変動弁と直噴のシステム制御技術と製品技術について簡単に紹介する。

3. 可変動弁システム制御技術

ガソリンエンジン市場における可変動弁システムは大きくリフト可変と位相可変に分類される。前者は、エンジンの吸気バルブのリフト量を変化させるもので、本田のVTECや三菱のMIVECがその代表製品である。一方、位相可変はエンジンの吸気または排気バルブの開閉タイミングを可変にするもので通称VCT (Variable Cam Timing) と呼ばれている (Fig. 1)。

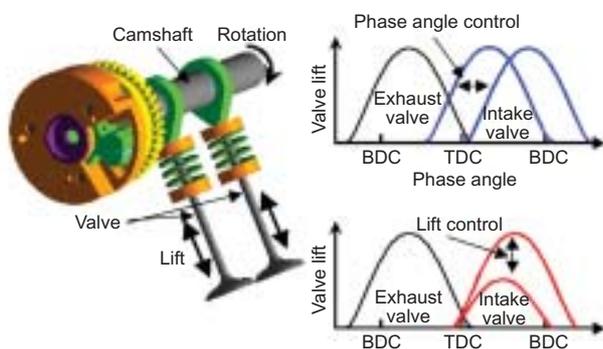


Fig. 1 Phase angle control and valve lift control

ここでは連続位相可変VCTについて説明する。

可変動弁システムが登場するまでは、エンジンの吸気バルブの開閉タイミングは、運転条件に合わせて変化させることができず、低速・軽負荷での燃焼安定性と高速・全負荷での出力を両立するオーバーラップ量を持った固定のタイミングに設定されていた。

現在普及している連続位相可変VCTは、油圧によってバルブタイミングの位相角を各エンジン運転条件の最適値に可変制御するものである。この技術の出現によって、それまで不可能であった燃焼を実現し、燃費向上を得ることができるようになった。

燃費向上に貢献できた点は2点ある。

一つ目は常用パージ域で大量EGR燃焼を可能としポンピングロスを低減したことである。バルブタイミング進角（オーバーラップ量増加）によって導入されるEGRは高温であり、かつ、吸気バルブ閉タイミングを早めたことによる高圧縮比で、大量EGR条件で安定した燃焼を得ることができるようになった。もちろん、NOx低減にも大きな効果がありエミッション規制対応にも貢献ができた。

二つ目は、アイドル域でバルブタイミング遅角（オーバーラップ減少）によって安定した燃焼を得、アイドルの低回転化を実現したことである。

現在では、当社がEMS供給するほとんどのエンジンで吸気VCTが装着される時代となったが、最近では高級エンジンを中心に排気バルブにもVCTが装着するようになり、より高い燃費効果を生み出している。

4. 連続位相可変 (VCT) 部品技術

連続位相可変は1995年に初めて市場に投入された。当時のアクチュエータはヘリカルスプラインを利用した通称ヘリカル式VCTと呼ばれるものである。ヘリカル式VCTの構造をFig. 2に示す。作動メカニズムは、図のPiston sub-assemblyを油圧及びRetard springのバネ力を用い、軸方向に前後させ、ヘリカルスプラインによってこの軸方向変位を回転に変換することによってハウジングに締結されたベルトプーリとカムシャフトの相対運動を実現している。その後、排気バルブの開閉タイミングを可変にするヘリカル式排気VCTが世の中に投入された。しかし、図からも分かるようにヘリカル式はその構造が複雑でかつ軸方向運動を回転方向に変換するため体格が大きくコスト高であったため、一部の高級車のみ採用された。

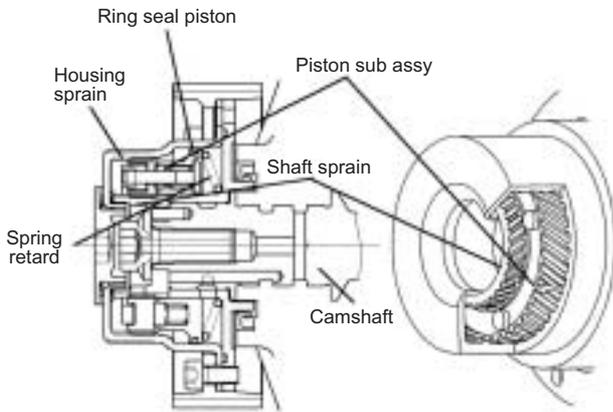


Fig. 2 Structure of herical type VCT

しかし、近年の更なる排出ガス規制強化、燃費規制強化の動きの中、高級エンジンから一般小型エンジンにまで採用可能な小型・軽量・低コストなVCTの開発が強く望まれ、ベーン式VCTが開発された。

ベーン式VCTの構造をFig. 3に示す。ベーン式VCTは揺動式ベーンアクチュエータの機構を応用したもので、ハウジングベーン、ロータベーン、スプロケットにより構成されている。位相変換制御は、図の進角室(Advance Chamber)または遅角室(Retard Chamber)にエンジンオイルを供給することにより、ロータすなわちカムシャフトがハウジングに対し相対運動することによって実現している。構造がいたってシンプルでかつ小型、低コストであることを理由に現在では、全世界のほとんどのガソリンエンジンに搭載されている。

1997年に市場投入されたベーン式VCTは吸気のみでの制御であったが、近年は吸気・排気双方のバルブの開閉タイミングを制御するようになっており、現在の主流となっている。

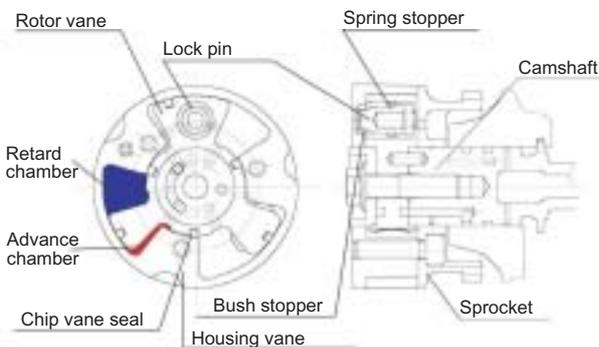


Fig. 3 Structure of vane type VCT

5. 直噴システム

ガソリン直噴(以下DISI: Direct Injection Spark Ignition)は燃焼室(筒内)に直接燃料を噴射するシステムである。従来の吸気ポート(吸気管)噴射と比べ、吸入空気を燃料で冷却することができ吸気効率を高めて高出力化できるだけでなく対ノック性を高めることができエンジンの高圧縮比を実現できる。また、吸気バルブが閉じた圧縮行程で噴射をすることにより、燃焼室内で成層混合気を形成しリーン燃焼を実現できる。

高圧縮比化、更には、リーン燃焼によってエンジンの熱効率向上が可能となった。

エンジン行程に応じた緻密な噴射時期制御とともに、エンジンの回転変動量で燃焼限界の空燃比を検出する制御が開発され、安定したリーン燃焼を実現している。

一方、リーン燃焼を行うと従来の $\lambda = 1$ 燃焼を前提とした三元触媒では排気浄化ができなくなる。NOx抑制が課題となる。

この対策として一般的にNOx吸蔵型触媒を排気系に追加される。このとき触媒の浄化性能を最適に保つため、吸蔵されたNOxをパージさせるため適時リッチ化することが必要となるが、燃費効果との両立を図れるよう、そのタイミングとリッチ度合いを緻密な制御で実現している。

6. 直噴部品技術

第1世代のガソリン直噴DISIはインジェクタと点火プラグを離して配置したウォールガイドDISIと呼ばれている成層リーン方式であったが、噴射時期がピストン位置の制約を受けて、燃焼時期が早くなり過ぎる傾向にあり、熱力学的プロセスから最良の効率を達成できない欠点があった。

ウォールガイドDISIの欠点を克服すべき提案されているのが、インジェクタと点火プラグを燃焼室中央に配置したスプレーガイドDISIと呼ばれている第2世代のガソリン直噴DISIである。スプレーガイドDISIでは混合気形成をガス流動やピストン位置に頼らないため、燃焼重心位置を自由に制御できる。その結果、優れた熱力学プロセスと成層リーン運転範囲拡大により、ガソリンエンジンでの燃費低減の最大の可能性を有する。一方で成層リーン方式はPM・NOxを低減する後処理コストや適合の複雑さが指摘されている。この課題の解決策の一つとして、日本を中心に予混合均

質ストイキ燃焼に特化したDISI開発にシフトする動きがある。成層リーン、均質ストイキの開発には、燃焼室形状、吸気ポート形状等のエンジン諸元に加え、筒内に燃料を供給する噴射系諸元、混合気を着火し燃焼開始に至らしめる点火系諸元の最適化が必要である。

噴射系諸元についてはFig. 4に示すように、“成層リーン”では点火までの時間が短いため、素早く蒸発させたコンパクトな混合気をプラグ周りに配置し継続させることが重要となる。一方、“均質ストイキ”では、壁面ウェットの少ない高分散噴霧で筒内冷却効果を最大化しつつ均質度を高めることが重要である。

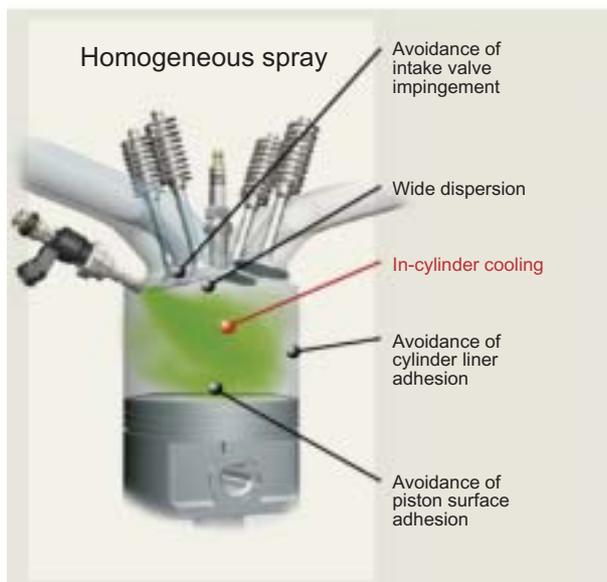
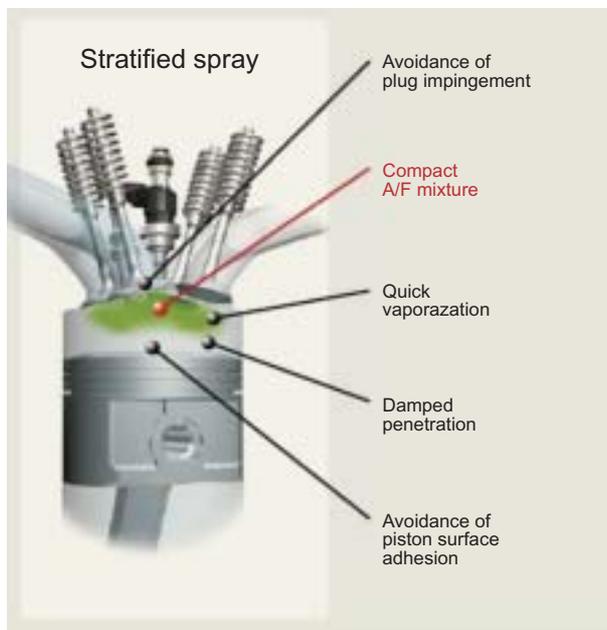


Fig. 4 Fuel spray requirements

点火系諸元についてはFig. 5に示すように、“成層リーン”では混合気が空間的・時間的に変化するので、混合気と着火との確実な遭遇と放電エネルギー・期間等の制御が要求されることとなる。当社は第1世代のDISIが量産化された当初より顧客の燃焼コンセプトに合致する円錐噴霧・ファン噴霧、応答性・信頼性に優れたインジェクタ、高効率でプラグホール内に搭載可能なスティックコイル、着火性・耐久性に優れたIrプラグを生産してきた。DISIコンポーネントの生産量では世界No.1の実績を持っている。更に品質・信頼性・コストを徹底的に追及し顧客の満足する製品を提供している。

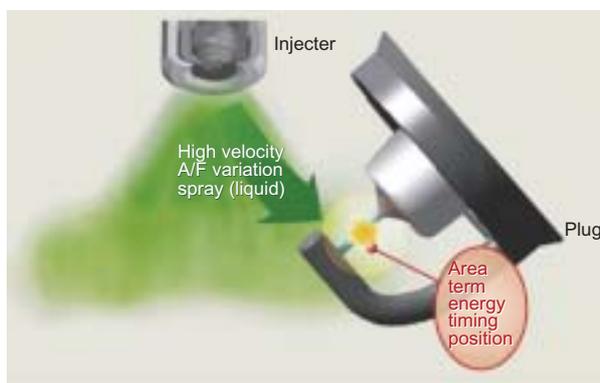


Fig. 5 Ignition requirements for spray guided concept

現在、DISIはガソリンエンジンのより一層の高出力・低燃費という性能を引き出す画期的な技術として量産されているが、重要なことは、これが更に発展の余地を残す技術であることである。

7. ハイブリッド

エンジンと電気モータ（以下モータ）のハイブリッドは停車時のエンジン停止（アイドルストップ）、モータのアシストによるエンジンの高効率運転、減速時のエネルギー回収（回生ブレーキ）などにより画期的に燃費を向上するパワートレインシステムであるが、出力向上手段としても着目されている。

一方、エンジンとモータを同時に持つことによるコスト、搭載性などが課題であり、車両のサイズ、地域ごとの走行パターン等に対し最適になるように様々なハイブリッドシステム（ストロング/マイルド/アイドルストップ）が提唱、量産化されている（Fig. 6）

System and function

	Start/Stop	Mild HV	Strong HV
System			
Function	Idling stop	✓	✓
	Energy regeneration		✓
	Torque boost		✓
	Battery powered traction		✓

Fig. 6 System and function

2005年3月に発売されたトヨタハリヤーハイブリッド、クルーガーハイブリッドの事例で製品技術の一例を説明する (Fig. 7)。

このハイブリッドシステムの特長として

- (1) 昇圧コンバータを採用, HVバッテリー定格電圧を, DC288Vから最大DC650Vまで昇圧することによりモータ出力を向上させるとともにインバータ電流も減らし機器の小型化が可能になっている。
- (2) 電気式4WDシステムを採用し, ハイブリッド車にふさわしい高い燃費性能と安定した発進・加速が可能なトラクション性能を備えている。

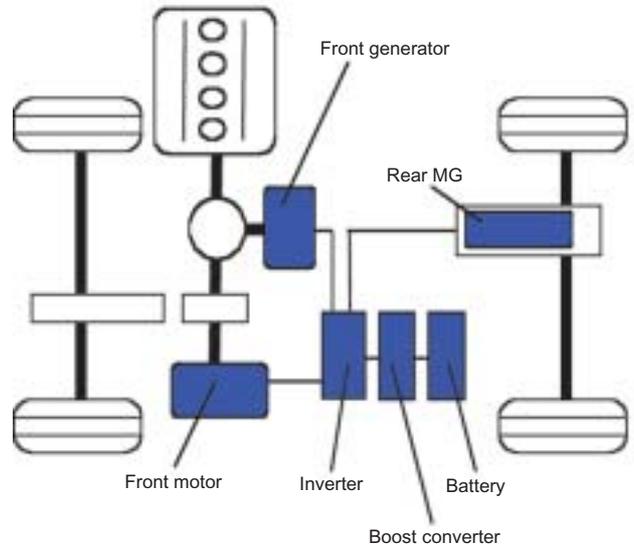


Fig. 7 System construction



<著者>



高尾 光則
 (たかお みつのり)
 常務役員
 機能品事業部担当

<ディーゼルエンジン分野>

1. はじめに

燃費の良いディーゼル車はグローバルな視点から地球温暖化防止の重要な内燃機関として注目され、高出力化 (Fun to Drive) と排出ガス低減の技術開発が進められている。都市部を中心に問題となっている排出ガスについてはPM (スなどの粒子状物質) とNOx (窒素酸化物) についてエンジンの技術革新によりクリーン化が進んでいる。日本、欧州、米国ともに次期排出ガス規制で更なる低減をはかり、ガソリン車とほぼ同じレベルを目標にしている。

ディーゼルエンジンの心臓部といわれる燃料噴射装置については、新しいコンセプトによる高圧噴射、高精度噴射が可能な共通レールシステムを当社が世界に先駆けて1995年に量産化した。その後、共通レールを利用したエンジン開発が進み、ディーゼルエンジンの性能が飛躍的に向上して、欧州ではディーゼル化率が顕著に上昇した。現在では共通レールが世界の市場でディーゼルの燃料噴射装置の主流になっている。本稿では、当社の共通レール技術について解説する。

2. 共通レールシステムの開発

2.1 共通レールシステムとは

名称の由来はエネルギー工学の分野で複数の出力手段に対して共用のエネルギーソースを持つシステムであることによる。噴射システムの場合、噴射ノズル (出力手段) に対し高圧燃料を蓄圧・保持して随時供与する形のもので、このように呼ぶ。(故にガソリンのEFIも同類である。)

Fig. 1にその概念を示す。従来のジャークシステムを注射器に例えれば、共通レールシステムは噴射口を備えた風船である。エンジンで駆動されるカム機構で噴射ごとに注射器を押して瞬間的な昇圧・圧送を行う従来システムに対して、常に膨らんだ風船から必要な時に必要な時間だけ噴射口を開けることで、エンジン速度に依存しない噴射圧力と、噴射量・時期・回数画期的な自由度が得られる。この特徴がクリーンでパワフルなディーゼルエンジンを実現するために将に合理的・合目的であったわけである。

共通レール方式の概念は1970~1980年代に欧州を中心に研究され多くの特許が出願されたが、当時は実用化を担保する技術がなく、所詮机上の空論で終わっていた。当社は1985年からこのシステムの理想的な特

徴に着目して研究開発に着手し、約10年の時間と多くの課題克服を経て、1995年に世界初のトラック用共通レールシステムを生産開始し現在に至っている。以下その技術の一端に触れてみたい。

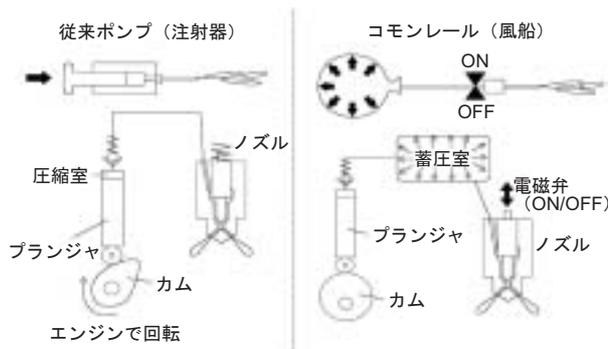


Fig. 1 コモンレール方式のコンセプト

2.2 コモンレールシステムのキー技術

Fig. 2にシステムの構成を示す。システムは燃料を噴射するインジェクタ、燃料を昇圧・圧送するサプライポンプ、蓄圧容器であるレール及びECUを中心とする電子制御系からなる。キーテクノロジーは「高応答電磁弁」「高圧を巧みに使い電磁弁による噴射制御を自在に実現する油圧サーボ機構」「高圧・可変吐出量のサプライポンプ」「耐高圧の材料・加工及びトライポロジー技術」そして「多くのパラメータを最適に制御するECU」などであり、開発着手当時にはいずれも未知数のものばかりであった。

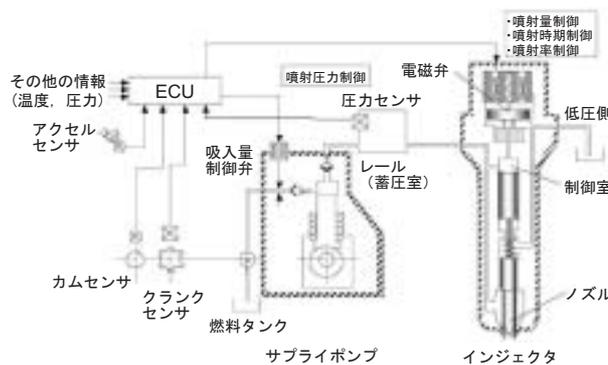


Fig. 2 コモンレールシステム構成

インジェクタのノズルニードルを電磁弁で直接駆動することには無理があり、インジェクタ内の制御室の油圧を高速で高/低圧切替するサーボシステムの活用

で電磁弁の負担と必要電力を大幅に低減した。この考え方がシステム成立の最大のポイントである。とは言え1/10msのオーダーで応答する電磁弁には磁気材料や磁路の設計に最新・最高の技術を投入した。サプライポンプは必要な圧力を維持するのにちょうど必要な量だけを吐出供給する可変吐出量制御の方式とした。このことでポンプの総合効率は90%を超え（従来の噴射ポンプは30%~40%）、燃費の損失を最小にし騒音も抑制した。超高压に常時さらされる燃料通路をもつ部品の材質には、高強度でかつ欠損の原因となる不純物を最小化した合金鋼を材料メーカーと共同開発し、また高面圧摺動部へのセラミックコーティングや燃料孔交差部を滑らかに結ぶ面取り形成等の新加工技術も開発した。

当初は試作品破損との戦いであったが、上述した様々な技術を開発・玉成して現在は1800bar、5回噴射可能な第2世代システムを世界の乗用車/商用車に供給するに至っている。

コモンレールの世界はFig. 3に示すように応力・速度・精度すべてにわたり超絶的な領域であり、まさに現代の工業の最先端にある。そのためには当社の全力を挙げた長い努力が、技術・製造の各々の部署で続けられたのである。



Fig. 3 1800bar・1msの超高压噴射の世界

3. コモンレールの開発ロードマップと効果

3.1 コモンレールの開発経緯（デンソー）

Fig. 4は当社のコモンレールの開発ロードマップを示す。高压化や複数回噴射の機能のレベルアップを行い、2002年には1800bar、5回噴射が可能な第2世代システムの生産を開始した。そして2005年にはより高応答、高精度な噴射量制御が可能な新しいピエゾインジェクタの生産を開始した。現在、次期型として2000barの高压化と高応答噴射を目標にした第3世代システムの開発に取り組んでいる。

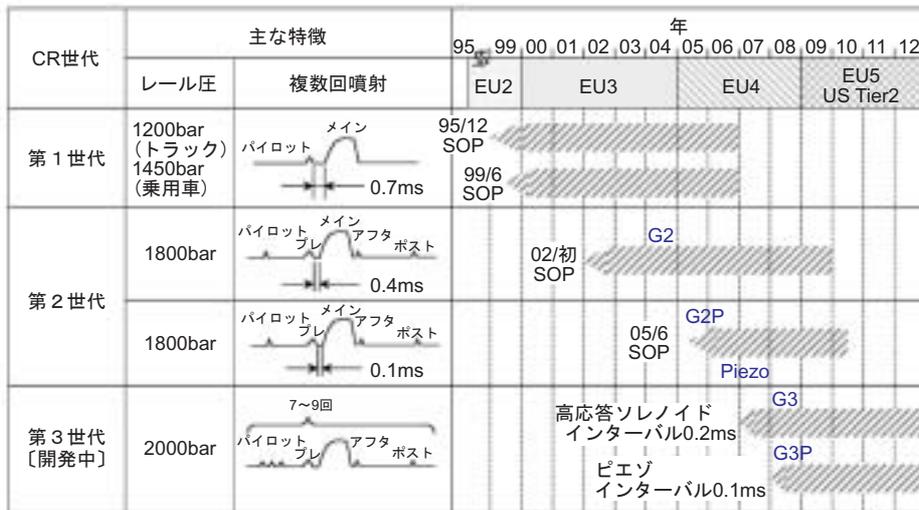


Fig. 4 コモンレールシステムロードマップ

3.2 コモンレールの効果

Fig. 5は第2世代コモンレールの構成製品を示す。

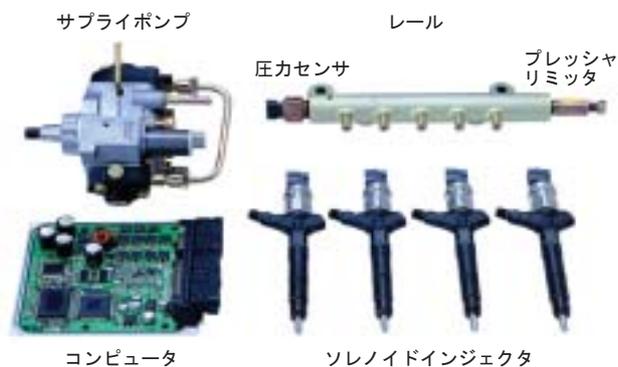


Fig. 5 1800barコモンレールシステム構成製品

3.2.1 高圧噴射

1800barの超高压噴射により、定格出力点での噴射期間を延ばすことなく、ノズル噴孔を小径化することができます。この小径化により噴霧の微粒化が促進され燃焼改善によりPM（スモーク）を大幅に低減できる。高圧噴射に関しては、エンジン回転数に依存しない高圧噴射機能もコモンレールの大きな特徴であり、低速トルクの向上や加速性能の向上に大きな効果を出す。

3.2.2 高精度な噴射制御

インジェクタのモノづくりによる噴射量の精度向上に加えて電子制御を利用することでトータルシステムの噴射量を高精度に制御する。当社のQRコードを利用した噴射量補正によりインジェクタ間の噴射量ばらつきを低減する機能、排出ガスと燃焼音低減に効果のある微量のパイロット噴射量を精度良く制御するための学習制御機能を開発し、車の使用過程での経時変化も補正することが可能になった。この技術により排気量2Lクラスの乗用車でDPF等の後処理なしでEURO 4 排出ガス規制をクリアすることができた。

3.2.3 複数回噴射

高応答インジェクタと電子制御技術開発により、従来の噴射装置では未知の世界であった複数回噴射機能を開発し、燃焼サイクルあたり最大5回の噴射が可能になり、排出ガス低減と燃焼音低減のための新しい技術となった。複数回噴射の重要な指標である最短噴射インターバル（噴射終わりから次の噴射開始までの時間）は、ソレノイドインジェクタで0.4ms、ピエゾインジェクタでは0.1msを達成しており、燃焼を制御できる高応答な噴射制御が可能になってきた。

4. 1800barピエゾインジェクタシステム

2005年に新開発のピエゾインジェクタを採用したコモンレールシステムの生産を開始した。ピエゾインジェクタでは、インジェクタ機能として重要な噴射期間の短縮、噴射間隔の短縮、噴霧の微粒化、噴射量の高精度制御をソレノイドインジェクタより大幅に向上した。

ピエゾインジェクタの構造をFig. 6に示す。ピエゾアクチュエータと、その変位を拡大して制御バルブを駆動する変位拡大ユニット、制御バルブそしてノズルから構成される。



Fig. 6 ピエゾインジェクタの構造

Fig. 7に、ピエゾインジェクタの作動を示す。噴射開始時には、インジェクタボデー内部に収容されたピエゾスタックに電荷を充電し、ピエゾの伸びを生じさせる。変位拡大ユニットにて、ピエゾスタックで発生した変位が拡大され、制御バルブが駆動される。制御バルブが下方に移動することで、ノズル背圧室の圧力が降下し、ノズルニードルを上方に押し上げて噴射が開始する。逆に、噴射終了時には、ピエゾスタックか

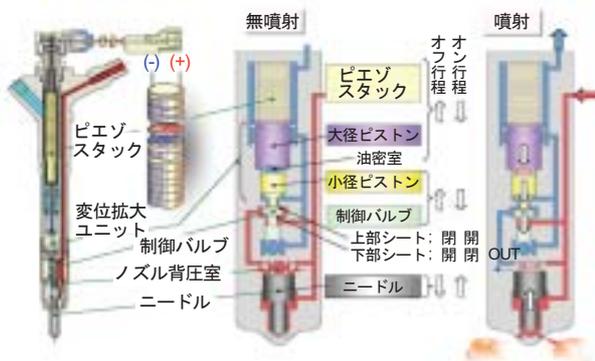


Fig. 7 ピエゾインジェクタの作動図

ら電荷を放電することで、ピエゾを収縮させ、制御バルブを元の位置に復帰させる。ノズル背圧室の圧力が上昇し、ノズルニードルが下方に移動し、元の状態に復帰して噴射が終了する。

Fig. 8にソレノイドインジェクタと比較した噴射率波形を示す。定格点条件では、ノズルの開弁速度で2.4倍ピエゾインジェクタの方が速く、噴射期間で約7%の短縮が可能である。又、アイドル条件での噴射率波形と蒸発噴霧比較より、ピエゾインジェクタではノズルニードルの開弁高速化により、噴射初期よりノズル噴孔部近傍の燃料圧力を素早く上昇させることで霧化が促進される。以上の高応答化技術により、ピエゾインジェクタでは複数回噴射時の噴射インターバルの大幅な短縮（従来ソレノイドインジェクタの75%減=0.1ms）を達成した。

本システムは、市場実績を積んだソレノイドインジェクタのコモンレールシステムをベースにして、より高応答、高精度噴射が可能なピエゾインジェクタを開発することで、エンジンの高出力と排出ガスのクリーン化に一層寄与することを目標にしている。

1800barピエゾコモンレールシステムは、トヨタ自動車が新開発した2AD-FHVエンジンに採用されている。このエンジンの出力130kW、トルク400N・mは、クラストップレベルの水準であり、欧州排出ガス規制（EURO4）の達成とガソリンエンジンと同等の静粛性が確保されている。

5. ディーゼルの将来動向

Fig. 9はディーゼルの開発動向を示す。高出力により走りを良くすること、そして次期排出ガス規制の達成技術を開発していく必要がある。エンジン出力については2002年の第2世代コモンレール搭載エンジンで50kW/L、2005年のピエゾシステムで60kW/Lで高出力化の競争になっている。次のEURO5では70kW/L近くになると予想される。高出力化のためにはコモンレールは噴射期間を更に短縮する必要があり、そのためには高圧化、高応答化を更にレベルアップすることが必要になる。

一方で、排出ガス低減については、PMとNOxの大幅な低減が必要であり、EGRを含めた吸気系システム、燃料噴射システム（コモンレール）、そして後処理システム（PM、NOx）を含めたディーゼルエンジンマネジメントシステムの開発が進められている（Fig. 10）。この中でコモンレールの役割は非常に大きく、高圧・高応答・高精度噴射・噴霧改善をキーワードに更に進化させる必要がある。Fig. 11は開発中の第3世代コモンレールシステムを示す。

2000barの高圧化、インジェクターの高応答化、7～9回の複数回噴射を目標にして、高出力とクリーンな排出ガスの達成に向けてもう1ステップレベルアップする必要がある。当社のモノづくりの力を結集して世界一のコモンレールシステムを実現することによってディーゼルエンジンの発展と地球環境保護に貢献できるように更なる技術開発を進めていく。

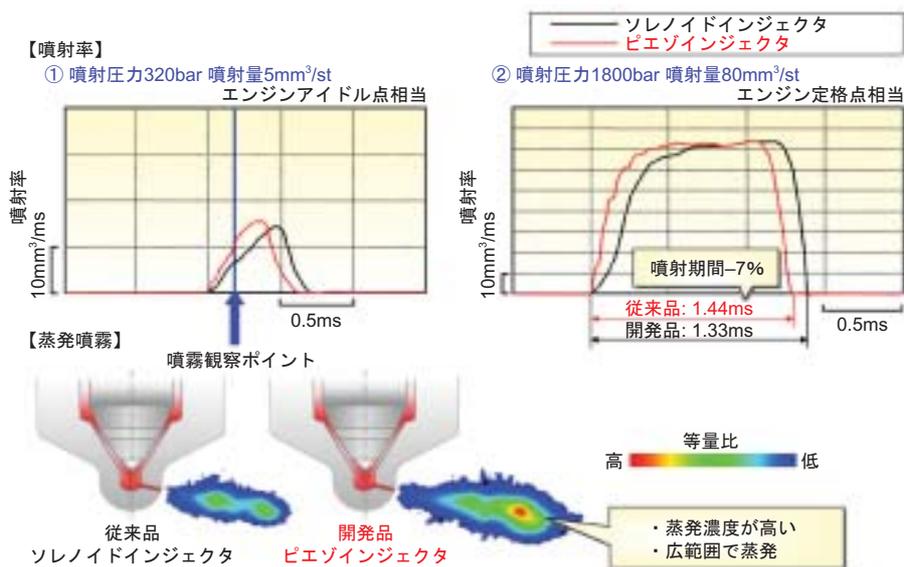


Fig. 8 ピエゾインジェクタ（G2P）の噴射特性

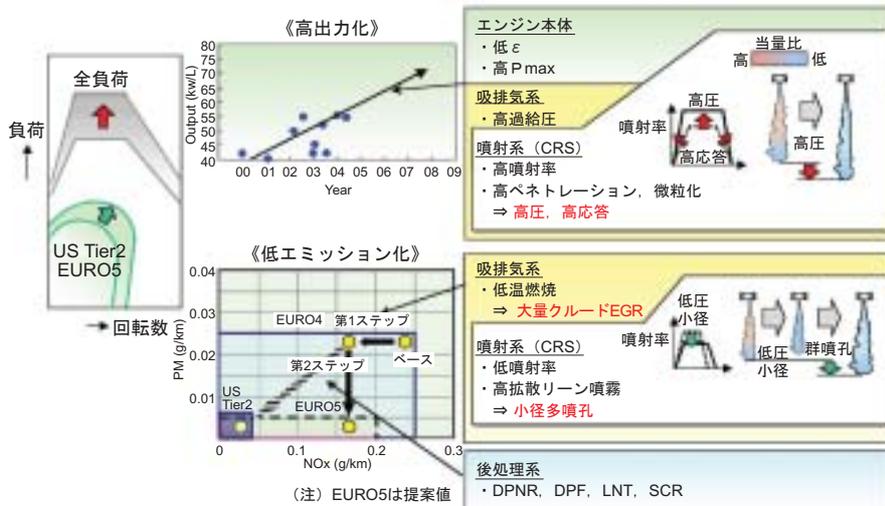


Fig. 9 ディーゼル開発動向

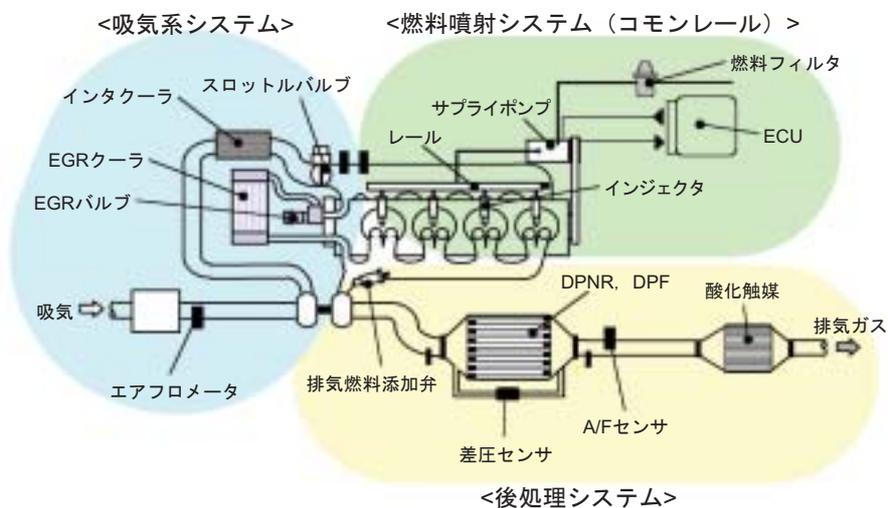


Fig. 10 ディーゼルエンジン制御システム例

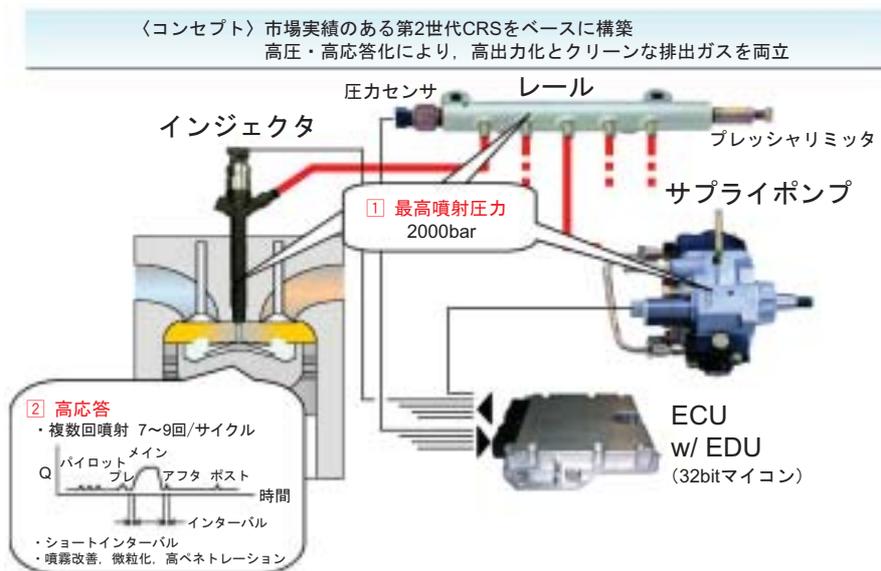


Fig. 11 第3世代コモンレールシステム



<著 者>



宮木 正彦
(みやき まさひこ)
常務役員
燃料噴射事業部担当