

# 車載用製品による燃費向上及び環境負荷物質の排出量低減への貢献

加藤裕彦\*  
Yasuhiko Kato  
三浦 武\*  
Takeshi Miura  
藤井智彦\*  
Tomohiko Fujii

西守裕也\*  
Yuya Nishimori

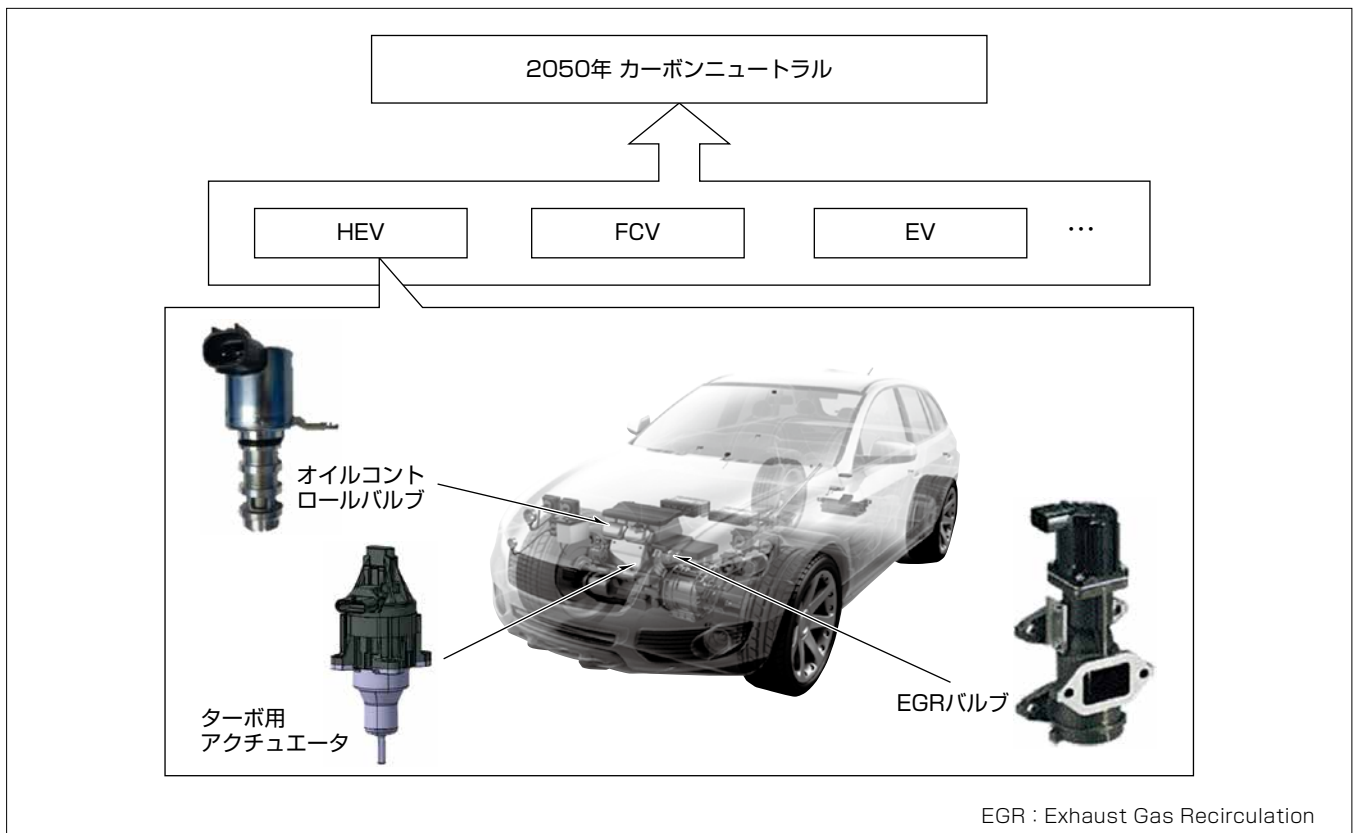
Contribution to Improvement of Fuel Efficiency and Reduction of Emissions of Environmentally Hazardous Substances by Automotive Products

## 要 旨

世界各国でカーボンニュートラルがうたわれる中、日本政府は2050年の実現を宣言した。カーボンニュートラルとは二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出と吸収が差し引きゼロになるエネルギー利用の仕方を指す。運輸部門では車両から排出されるCO<sub>2</sub>量低減に取り組んでおり、電動化が目ざされている。HEV(Hybrid Electric Vehicle：ハイブリッド車)、FCV(Fuel Cell Vehicle：燃料電池車)、EV(Electric Vehicle：電気自動車)を主な選択肢とした市場展開が予想されている。HEVは一定割合で活用され、内燃機関は使われ続けるため、効率を高めて、単位走行距離当たりの燃料消費量を低減し、CO<sub>2</sub>排出量を減らすことが求められる。車両メーカーは内燃機関の燃焼効率を高める開発を続けており、50%に達する熱効率も現実的と言われている。また

モータ併用によって、従来活用機会が少なかった運転領域を積極的に使うなど、運用の工夫でも燃費向上を狙っている。それに加えて、内燃機関を補完する機器の損失を低減させたり、新しいシステムを追加したりして効率を高めて、車両全体での摩擦抵抗を減らす等、燃費を向上させる取組みも行っている。

三菱電機のオイルコントロールバルブ、ターボ用アクチュエータ、EGRバルブ等の車載用製品は従来の用途で使用される範囲や頻度を拡大し、燃費向上及びCO<sub>2</sub>等の環境負荷物質の排出量低減に役立つ働きをするのに加えて、使い勝手の良さから新しいシステムに適用される機会が増えている。



## カーボンニュートラルに向けた自動車の選択肢と当社車載用製品

2025年のカーボンニュートラルの実現に向けて、車両はHEV、FCV、EVが主な選択肢になる。当社のオイルコントロールバルブ、ターボ用アクチュエータ、EGRバルブ等の車載用製品はHEVに搭載され続けて、内燃機関の効率を向上させる役割を担うことで、CO<sub>2</sub>等の環境負荷物質の排出量低減に貢献する。

## 1. ま え が き

2050年のカーボンニュートラルに向けて、運輸部門で、各車両メーカーは実用化可能技術の研究・開発を行っている。既に様々な種類の動力源を持つ車両が市場に投入されているが、車両コストや発展途上国を含む世界各国での利便性の面から、特定の種類の自動車ではなく、HEV、FCV、EV等、幾つかの選択肢を採ることになると言われている。この中で、内燃機関を持つHEVに関しては、CO<sub>2</sub>の排出量低減には燃料消費率の向上が必要であり、エンジンの燃焼効率を今以上に高める研究が進められるとともに、車両全体でのエネルギー効率を高めるため、装着部品の稼働効率向上や損失を低減させる工夫が行われている。具体的にはエンジンに装着する機器の抵抗を小さくして効率を上げて少ないエネルギーでその性能を発揮させる、稼働するタイミングを限定する、稼働時間を少なくすることでエネルギー消費を抑える工夫を行っている。

当社のオイルコントロールバルブ、ターボ用アクチュエータ、EGRバルブ等の車載用製品もその一端を担って、カーボンニュートラルに向けて貢献していくことになる。

本稿では、当社の車載用製品による車両の燃費向上及びCO<sub>2</sub>等の環境負荷物質の排出量低減への貢献について述べる。

## 2. 燃費向上と環境負荷物質の排出量低減に貢献する車載用製品

### 2.1 オイルコントロールバルブ

エンジンの低回転域から高回転域にわたって、負荷に応じてカム回転位相を変えることでエンジンの吸排気弁の開閉時期を早めたり遅くしたり変化させることで吸排気効率を高めて、エンジンの出力を効率よく引き出すことを可能にするシステムがVVT(可変バルブタイミング)である。VVTはエンジンオイルを使って制御されるが、そのオイル量と方向を切り替えるために使用されるのがオイルコントロールバルブである。このエンジンから出力を効率よく引き出す点からVVT用途でもオイルコントロールバルブは燃費向上に貢献しているが、近年、このオイルコントロールバルブはオイルポンプとピストンクレーンジェットの制御用途にも活用されるようになってきた。VVTを含めてこれらの制御システムは、更なる燃費向上を目的に、乗用車(ガソリン、ディーゼル、HEV)だけでなく商用車(ディーゼル)にも採用が広がっている。

オイルポンプは、オイルパンから吸い上げたエンジンオイルを循環させ、各種油圧式制御装置への供給や機器類の冷却、及びエンジンの様々な摺動(しゅうどう)部を潤滑さ

せる役割を担う。近年、燃費向上を目的とした油圧システムが増えるに従って、エンジンのある特定の回転数領域でエンジンオイルの必要量が増加するため、大型のオイルポンプが採用されるようになった。一般にオイルポンプを大型化するとオイルポンプの摩擦損失もまた大きくなるため、オイル吐出量を変えることができる可変容量オイルポンプが主流になっている。この容量変化を制御するのがオイルコントロールバルブである。先に述べたとおり各種油圧システムが必要とするオイル量はエンジン回転数に比例するわけではなく、オイルポンプは運転状態に応じた必要最小限のエンジンオイルを吐出することが望ましい。オイルコントロールバルブはオイルポンプのアウターロータの位置を適宜変化させることで、オイルポンプの吐出量を調整し、その結果オイルポンプの摩擦損失を低減させ、燃費向上とCO<sub>2</sub>排出量低減に貢献している(図1)。

ピストンクレーンジェットは、内燃機関の出力増加に伴うピストンの熱負荷増大に対して、エンジンオイルをピストンに噴射することで冷却と潤滑をする役割を担う。オイルコントロールバルブはピストンクレーンジェットの噴射/停止を内燃機関の運転状態に応じて調整し、ピストン過冷却を回避してエンジンの始動性を改善し、暖気時間短縮をもたらす。また噴射するエンジンオイル量を必要最小限に調節する機能も持っており、ピストンの摺動抵抗を低減させ、ポンピングロス(吸排気損失)を低減することに加えて、先に述べたオイルポンプの摩擦損失をも低減させ、燃費向上とCO<sub>2</sub>排出量低減に貢献している。

油圧を用いた各種制御システムの拡大に対して、当社は

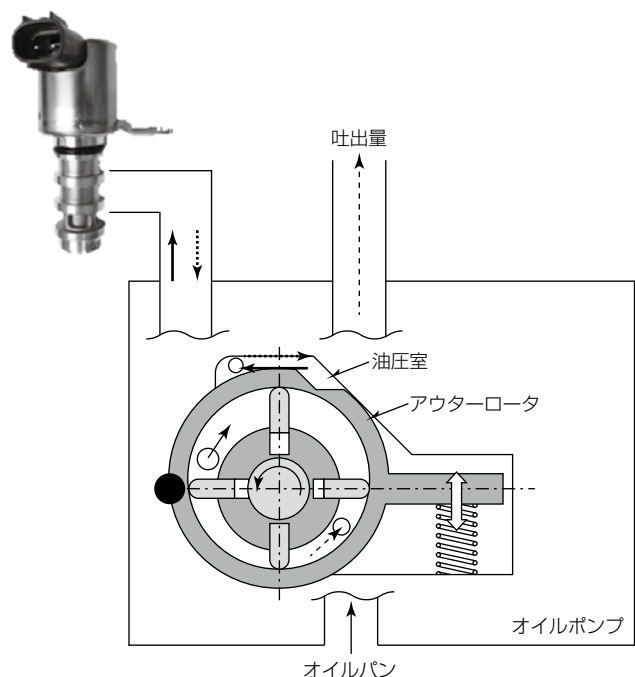


図1. オイルコントロールバルブ

各システムに適したオイルコントロールバルブを開発し、市場に投入してきた。今後も車両の燃費性能向上のための油圧システムが必要とされる市場で、オイルコントロールバルブの需要が期待できるため、システム用途に合わせた製品を開発していく。

## 2.2 ターボ用アクチュエータ

ターボチャージャー(ターボ)による過給システムは、2005年頃から燃費向上策として着目され、導入が拡大してきた。エンジンを小型化させ、大きなエンジン出力が必要な条件ではターボ過給システムで出力を補うという原理に基づく。ターボ過給システムの中で、過給の緻密な調整を担っているのが、ターボ用アクチュエータであり、当社は電気制御式のターボアクチュエータを開発・量産し、ターボメーカー経由で、多くの車両メーカーに納入している。

従来のシステムは、排気温度が高温になるガソリン車ではウエストゲート(WG)ターボシステム(図2)、排気温度が低いディーゼル車では可変ジオメトリ(VG)ターボシステムが主流になっている。

VGターボシステムでは、エンジン低回転域すなわちターボを働かせる排気ガス量が少ない条件下では、排気ガスの流路を狭く絞ることで流速を上げてターボを高速に回転させることで高過給を可能にし、燃費を改善できる。近年では構造や材質を工夫することでガソリンエンジンの高温排気下でも使用できる、ガソリン車用VGターボも開発され、各ターボメーカーが着目している。

また、従来のターボシステムの構成を残して、タービンとコンプレッサの間に電動モータを取り付けた電動ターボシステム(E-Turbo)も開発された。エンジン低回転域から電動モータによってタービンを回転させることで過給を可能にし、定速巡行のときは電気回生によってバッテリーの充電ができるシステムとして欧州の高級車に採用されている。

また、加速する脱炭素の動きの中で、燃費向上技術を備えた車両需要は更に高まっており、内燃機関と電動機を組み合わせたシステムにもターボシステムが活用されている。例えば、発電専用のためにエンジンを使用するシリーズHEVでは、エンジンを一定の回転数とトルクで動作させる定点運転に対して、ターボを活用している。ターボに備えられたターボ用アクチュエータは、システムのON/OFF切替え動作/保持のために使用されている。

その他、回収CO<sub>2</sub>と水素(H)で生成される液体合成燃料のE-Fuelもターボ搭載のガソリン/ディーゼルエンジンに使用できるポテンシャルがあり、現状のインフラ活用やCO<sub>2</sub>排出量を低減できる技術として着目されている。

このように今後も継続的な需要が期待されるターボシステムの中で、当社は図3に示すように、内包ねじ機構を備えて、モータの根幹である巻線工程を内製化した電気制御式のターボ用アクチュエータを開発し、その改良によって、①安定した過給圧のための位置保持性と大きな出力を持ち、②タービンという発熱源近傍でも使用可能な耐熱性を備えて、③エンジンスペース狭化に沿った小型化設計をし、市場に投入してきた。

大きな振動や被水の下で使用されるため、当社のターボ用アクチュエータは厳しい環境耐性を持っている。アクチュエータ出力が大きいいため、今後電動化が加速する中で、車載用のモータとしてターボシステム以外でも需要が期待されている。

## 2.3 EGRバルブ

排気ガスの一部を吸気通路に再還流させるシステムがEGR(排気ガス再還流)システムであり、その再循環ガスの流量を調節する弁がEGRバルブである(図4)。エンジンでのEGRシステムの役割には次の二つがある。

### (1) 燃費向上

吸気時のポンピングロスに関して、EGRガスを供給す

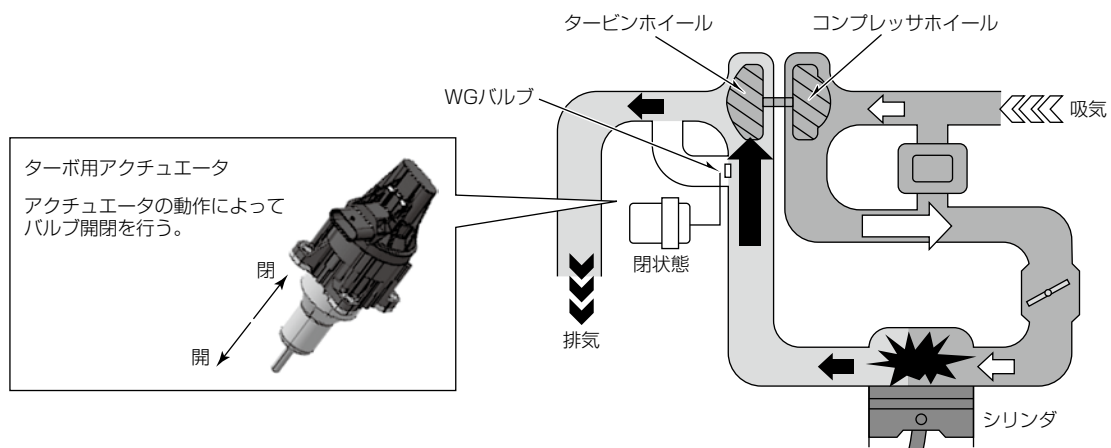


図2. WGターボシステム

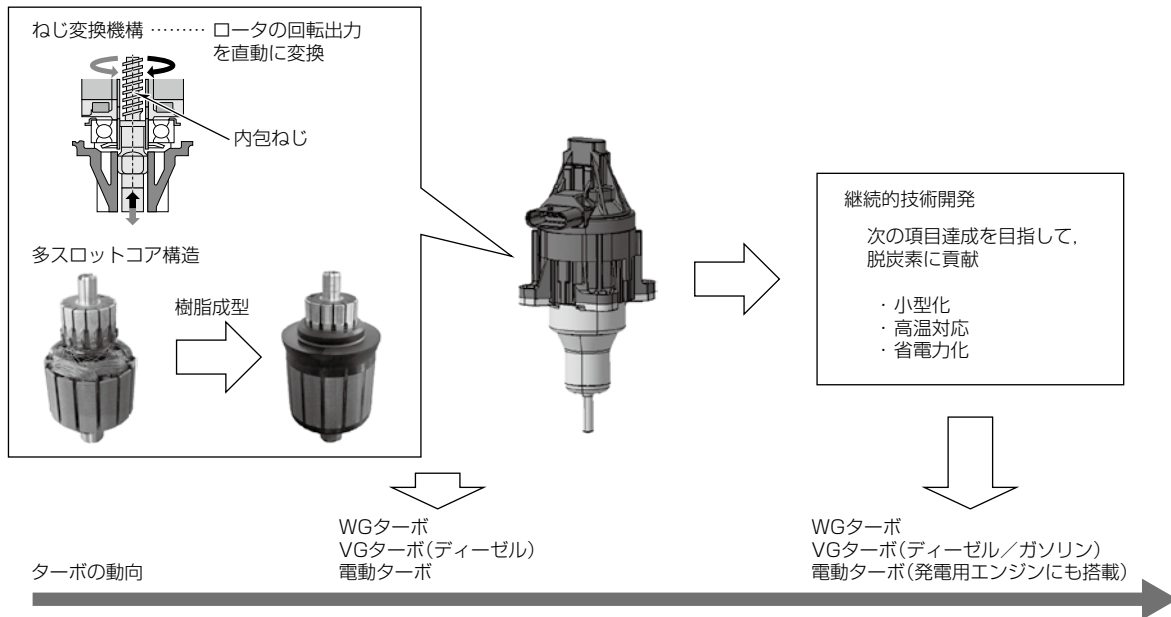


図3. 電気制御式のターボ用アクチュエータ

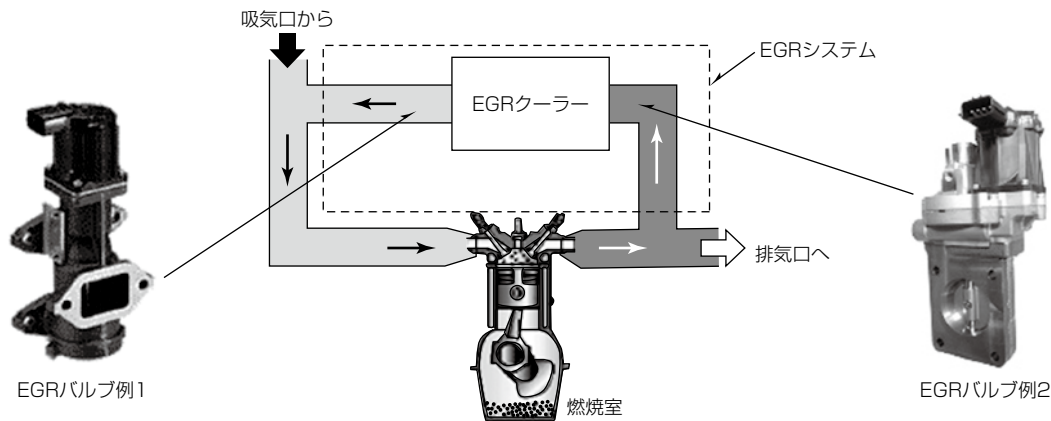


図4. EGRシステム及びEGRバルブ

ることによって抵抗を低減し、燃費を向上させる。

(2) 窒素酸化物の低減

不活性のEGRガスをエンジン燃焼室内に供給し、吸気ガスの熱容量を大きくすることで燃焼室内の温度を下げて、窒素酸化物(NOx)の生成を低減させる。

各国の排気ガス規制強化に対して双方の役割が重要である中、近年自動車業界へのカーボンニュートラルの要求が高まっており、燃費改善効果が注視されている。特に商用車では、将来に向けてEVやFCVの開発が各社で行われ、一部HEVが実用化されているが、本格的に市場投入されるまでは、まだ内燃機関だけを搭載する車両に頼ることになる。中国を主とする地域では、ディーゼルエンジンに比べてCO<sub>2</sub>の排出量を低減できるCNG(Compressed Natural Gas：圧縮天然ガス)エンジン車両の利用が増加しており、当社のEGRバルブの採用機会も増加している。2020年から施行された中国の国6排出ガス規制ではCO<sub>2</sub>だけでなく他の環境負荷物質、特にPM(Particulate Matter)2.5に代

表される微粒状物質の排出量に関しても厳しく制限されており、CNGエンジン車両はこの微粒状物質の排出量が極めて少ないことが利用拡大の理由である。

3. む す び

今後のカーボンニュートラル達成に向けた車両電動化の流れの中、乗用車や商用車で採るべき道は一つではなく、多様な方式が提案されると予想される。車両メーカーも社会の求めに沿うように、最適な投資で最大の効果が得られる車両を開発し、提案してくるであろう。当社はこれまで各車両メーカー、部品メーカーと一緒に歩んできた経験を基に、彼らが必要とする機能を備えた製品を提供し、目標に向かっていく考えである。既存技術の応用や性能を向上させて適用範囲を拡大したり、開発中の新規技術を提案して新たな用途に活用したりすることで、環境負荷低減に貢献していく。