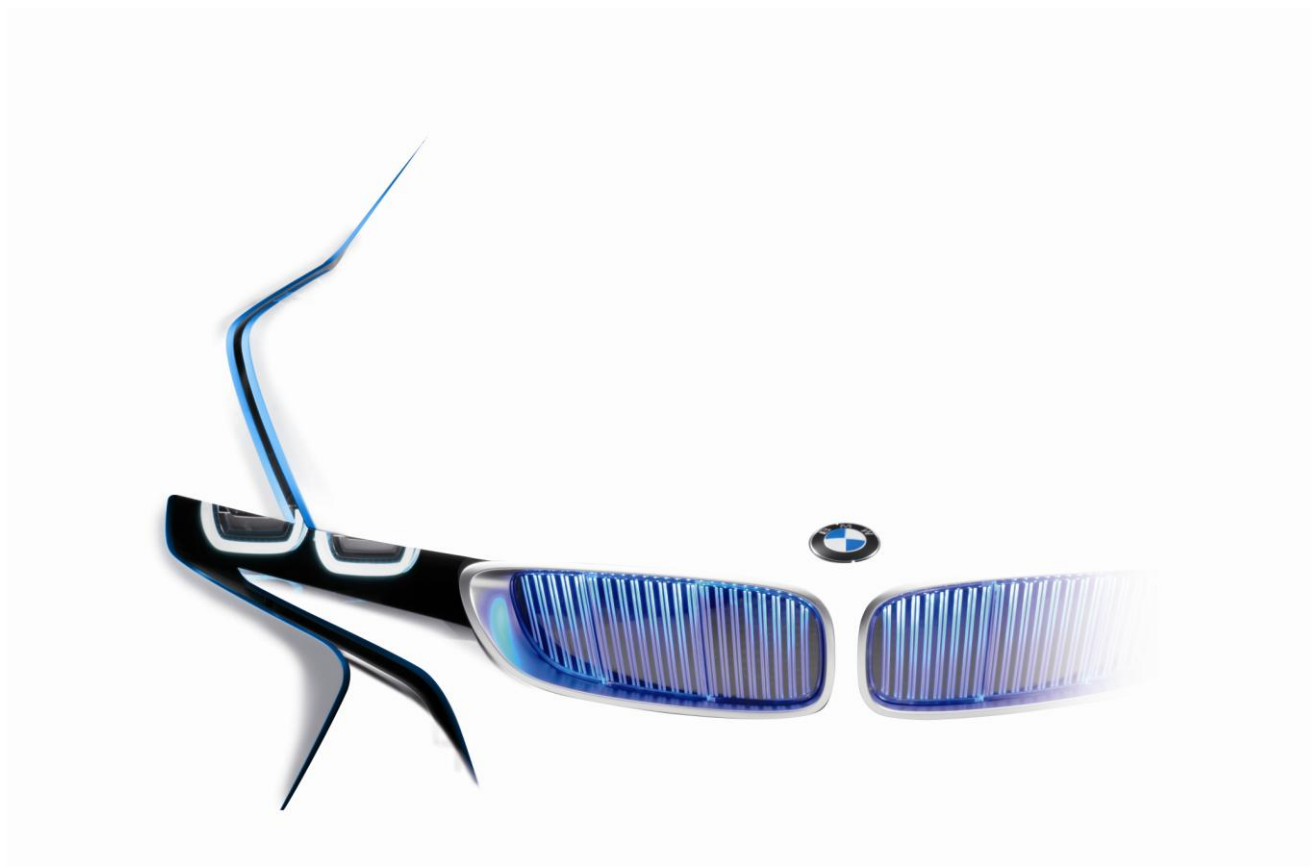


# EfficientDynamics

2010年6月



**BMW Group**



# EfficientDynamics

## 目次

1. 概要.....	2
2. 個別技術解説.....	12
- パワートレイン・テクノロジー	
- エネルギー・マネジメント	
- ハイブリッド・テクノロジー	
- エアロダイナミクス	
- 軽量化	
- 走行抵抗の低減	
- ドライバーのサポート	
3. EfficientDynamics採用技術一覧:BMW.....	23
4. EfficientDynamics採用技術一覧:MINI.....	26

# 1.概要



「『プレミアム』という言葉に対する意識が変わりつつあります。その背景にあるのは、社会や人々のライフスタイルの変化です。今までと同様に、誰もがクルマという自由な移動手段(インディビジュアル・モビリティ)を希求していますが、その効率性に対する関心は、今まで以上に世界中で高まっています。」

BMW AG取締役会会長 ノルベルト・ライトホーファー

## 究極の目標:

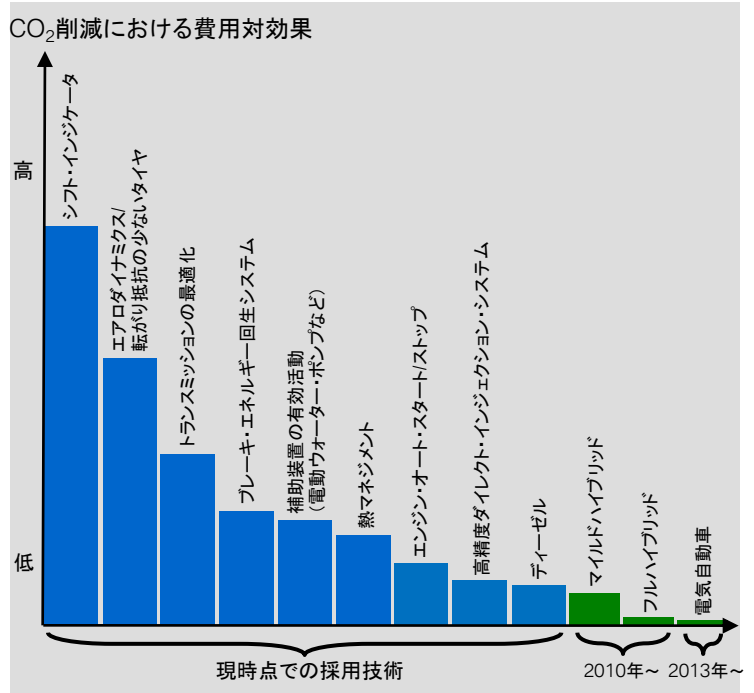
### 走る歓びとゼロエミッション、サステイナブルなインディビジュアル・モビリティに向けて

BMWグループの目標は、「駆けぬける歓び」(Freude am Fahren)というフィロソフィを、持続性ある形で未来に継承することです。標榜に対するコミットメントが「プレミアム」の神髄であると考えます。ただしそれによって、お客様に譲歩や妥協を強いるようなことがあってはなりません。私たちの目標を実現させる戦略こそ、1990年代後半に立案され、今日BMWのあらゆる開発段階に深く根ざしている、「EfficientDynamics(エフィシエントダイナミクス)」です。この、はるか未来を見越したソリューションに基づき、ゼロエミッションでサステイナブルなインディビジュアル・モビリティの実現を目指しながら、製品の効率と持続性の一層の向上に取り組んでいます。同時に、ブランドが培ってきた文化と伝統を受け継ぎながら、より高いレベルの走る歓びを提供することにこだわり続けます。優秀なエンジニアとデザイナーが手を携えれば、従来のクルマと同様に、将来のモビリティもエキサイティングなものにできると考えています。

## 包括的グローバル・アプローチ

EfficientDynamicsは、BMWがグローバルな規模で展開する基礎的かつ包括的な戦略です。BMWグループは、製品ポートフォリオ全体の燃費の向上に組織的に取り組んでいます。少数の限定モデルだけでなく、製品全体の燃費改善をおこなうことで、より社会的に貢献できると考えます。この見地に則し、最新の省燃費技術が搭載されたモデルをいち早く、より多く幅広い層のお客様に提供することを重要視しています。これまでの全世界におけるEfficientDynamics技術を採用した車の販売台数は180万台です。そして現在、日本をはじめ、世界各国で販売されているすべてのBMW、MINIの車に、個々のモデルの特性に合わせて最適化されたEfficientDynamics技術が標準採用されています。

EfficientDynamics: もっとも費用対効果が良い技術をいち早く提供する戦略



未来のモビリティに関わる課題に前向きに対処するには、さまざまに異なる車種と市場ニーズを考慮したテイラーメイドのソリューションが必要です。BMWグループはサステイナブルなモビリティを実現するにあたり、広範な使用シーンを考慮した上で、全世界のお客様の多様なニーズに応えるため、広い視野に立って多彩なソリューションを追求しています。日本は、革新的テクノロジーを導入する上で、地域市場にとってのみならず、グローバルなレベルでも非常に牽引力のある重要な市場です。

## 大いなるパワーには、大いなる責任が伴う

「伝統に立脚し、革新的アイデアをオープンに受け入れる。」これがBMWグループのDNAに埋め込まれている基本的な考え方です。また、新製品を開発する際、「プレミアム」という概念への挑戦として、エンジニアたちを鼓舞する命題ともいえるフィロソフィです。こうした考え方と対を成すのが、EfficientDynamicsをあらゆるモデルラインナップに導入するアプローチです。その事実を物語る一例として、伝説的なスポーツカーのBMW M3にまでも、省エネ技術のエンジン・オート・スタート/ストップ及びブレーキ・エネルギー回生システムを採用するという、進取的で妥協を許さない試みが挙げられます。



BMW M3にエンジン・オート・スタート/ストップ及びブレーキ・エネルギー回生システムを搭載

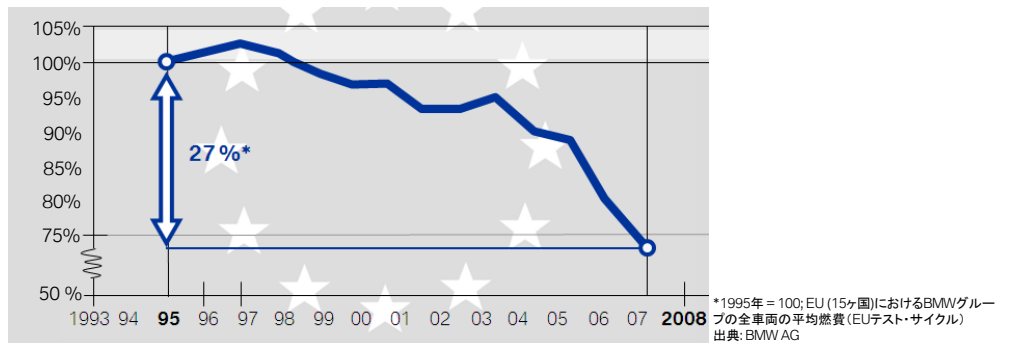
この戦略の成果は既に明らかです。BMWグループは、全生産台数の80%以上を販売しているヨーロッパとアメリカにおいて、第三者機関から、プレミアム・セグメントだけでなく、すべてのセグメントにおいてCO<sub>2</sub>削減のトップブランドに選ばれました。また2009年には、欧州運輸・環境連盟による、ヨーロッパにおける各社の車両のCO<sub>2</sub>削減率の調査の結果、BMWグループは2年連続で、CO<sub>2</sub>排出量と燃費の前年比改善率において、自動車業界のトップ企業に選出されました。画期的な技術の導入にもかかわらず車両価格は据え置かれ、また小型車製品ラインナップに頼り車両の平均重量を引き下げるといった方法に依存せしない快挙が実現されたのです。

「BMWは、2年連続でCO<sub>2</sub>排出量および燃費の前年比改善率で、(欧州の)自動車業界のトップに立ちました。車両重量にほとんど変化がないことから分かるように、この改善は車両の小型化によるものではなく、『EfficientDynamics』プログラムの成果と考えるのが妥当です。」

出典:「Reducing CO<sub>2</sub>Emissions from New Cars: A Study of Major Car Manufacturers' Progress in 2008」  
 欧州運輸・環境連盟、2009年9月  
 URL(英文のみ): [http://www.transportenvironment.org/Publications/prep\\_hand\\_out/lid/549](http://www.transportenvironment.org/Publications/prep_hand_out/lid/549)

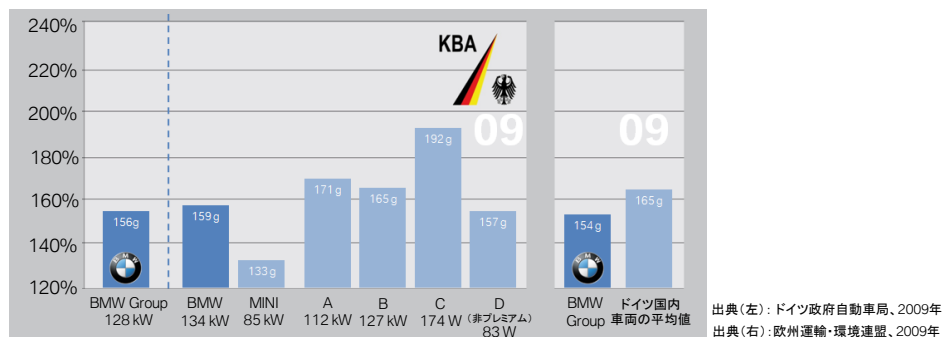
事実、BMWグループは1995-2008年にCO<sub>2</sub>排出量を27%近く引き下げ、ヨーロッパ連合(EU)自動車業界の自主目標を過達しました。またアメリカでは、環境NGO「Environmental Defense」が2008年度報告の中で、CO<sub>2</sub>排出削減をリードする企業としてBMWを挙げました。

ヨーロッパ連合(EU)自動車業界の自主目標を過達、  
 1995-2008年にCO<sub>2</sub>排出量を27%近く削減



しかもBMWのCO<sub>2</sub>排出削減効果は、前年水準と比較した場合の相対的比率の高さに表れているだけではありません。絶対量においても卓越した前進を遂げています。これについては、ショールームにいらしたお客様にはすぐにご理解いただけるでしょう。たとえば、全車両の平均CO<sub>2</sub>排出量は、ヨーロッパのプレミアムセグメントにおいて最も低い値となっております。その一方でエンジン出力は他メーカーと同等、あるいはそれ以上のレベルを維持しています。

全車両の平均CO<sub>2</sub>排出量はヨーロッパのプレミアムセグメントにおいて最も低い数値を記録



BMWのベストセラー・モデルである3シリーズの歴史を振り返れば、低エミッションと高性能の両立に向けた努力の成果は一目瞭然です。初代のE21 318iから現行E90 320iに至る世代交代の間に、3シリーズの燃費は25%分も向上しました。同時に、トルク40%、エンジン出力50%の向上を実現しています。

「BMWグループは創業時から、モビリティを一貫して追求してきました。そしてモビリティの新しい定義を一步一步確実に創造しています。」

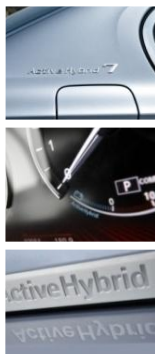
BMW AG取締役会会長 ノルベルト・ライトホーファー

## 未来技術への挑戦: 量産に向けた技術革新

BMWグループはこれまで、新技術の開発と既存技術の絶えざる改良を通じて、エンジン効率とエアロダイナミクスの改善、摩擦損失と消費エネルギーの減少、軽量化などの面で大きな前進を遂げることができました。しかしながら、気候の変化と資源の枯渇化を懸念する声が高まる中、私たちは効率の飛躍的改善を迫られており、そのためには更なる画期的対策が欠かせません。求められているのは、原理的に斬新で、なおかつBMW特有の駆け抜ける歓びを犠牲にしないソリューションです。2009年のコペンハーゲン国連気候変動会議(COP15)開催に合わせて、BMWグループは、全車平均CO<sub>2</sub>排出量を2020年までに少なくとも25%削減するという高い目標を発表しました。その達成を促進するため、EfficientDynamics戦略の次のステージでは、パワートレイン電動化の推進やハイブリッド化など、一連の対策を通じて一層の燃費改善を実現します。BMW 7シリーズとX6モデルを皮切りに、ハイブリッド技術の戦略的導入が進行中です。「ベスト・オブ・ハイブリッド」モジュラー式システムをベースに、各車両にそれぞれのコンセプトに最も適したハイブリッド・コンポーネントを搭載します。7シリーズをベースとするBMW ActiveHybrid 7(アクティブハイブリッド・セブン)は、世界的に卓越した加速性能を誇るハイブリッド・セダンで、燃料効率は標準モデルをEUテスト・サイクルでは約15%、10・15モードでは40%改善しました。BMW ActiveHybrid X6(アクティブハイブリッド・エックス・シックス)には、電気のみでの走行の可能性が加わり、標準モデルと比較したときの燃料効率改善幅は約20%に達します(10・15モードの値は未定)。もちろん車両の動力性能は標準車両以上です。



BMW ActiveHybrid 7



BMW ActiveHybrid X6

長期的には、BMWが目指すゼロエミッションモビリティの実現は、完全な電動化と水素燃料技術の実用化にかかっています。BMWグループは電気自動車、すなわち「e-モビリティ」の研究開発に40年近く携わってきました。最初のモデルは改造型BMW 1602で、この車は1972年夏季オリンピック大会で長距離走とマラソンの伴走車を務めました。その後、数多くの電気自動車が試作されました。そのひとつが1991年フランクフルト・モーターショーで脚光を浴びたE1です。E1(イー・ワン)はコンセプトカーといいながらも、日常的な交通条件下での使用に耐える能力を備えた、実走行可能な4人乗りのプロトタイプでした。アルミニウムの押出成形材ベースの構造とプラスチック製ボディ、最先端を行く空力デザインという斬新な仕様の超軽量シティ・カーで、最高速度は120km/h、連続走行距離は200kmに達しました。当時、ドイツの大手自動車専門誌「アウトビルト」から、「今世紀において最も先進的なクルマ」という賛辞を贈られています。BMWグループにとって、電気自動車の量産はすぐそこまで来ているのです。その活動の中核を担うのは、都市環境において持続性のあるモビリティ・ソリューション開発を目的に2007年に発足した社内シンクタンク、project i(プロジェクト・アイ)です。作業はすでにパイロット・プロジェクト段階に進み、電気自動車のMINI E(ミニ・イー)による公道実証試験が各地で行われています。そして2013年には、東京のような「メガシティ」での利用に適した「メガシティ・ビークル」がBMWのサブブランドの下で量産が開始されます。



BMW 1602



BMW E1



MINI E



BMW ActiveE



1970



1990



2010



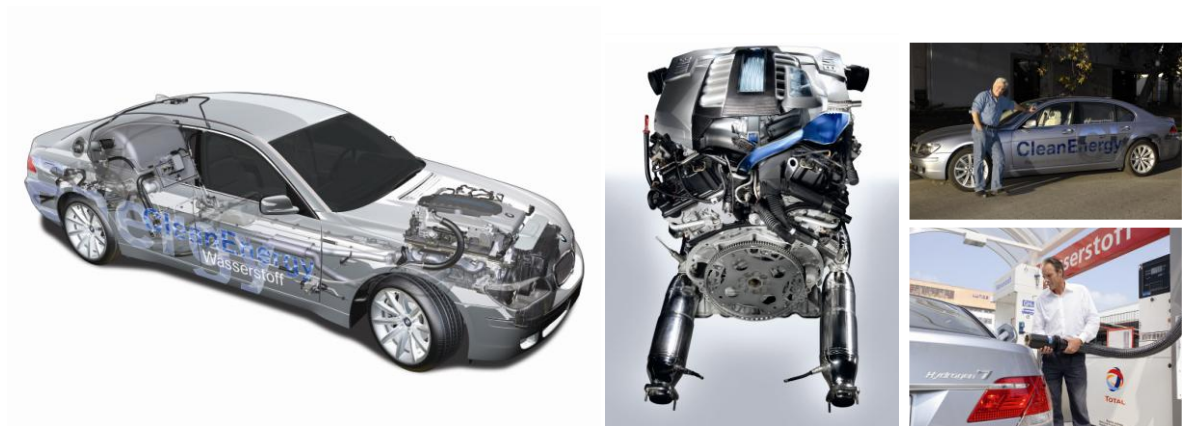
40年に渡る研究開発の成果、電気自動車プロトタイプの一例

MINI Eの公道試験は現在、ドイツ、イギリス、アメリカで行われています。そして実証プログラムのグローバル化の一環として、近く中国と日本が加わる予定です。出力150kWの電気モーターを装備し、前後の重量配分がほぼ50:50のMINI Eは、走行中の排出ガスがゼロです。そしてその走行感は、お客様がBMWグループのクルマに期待する走行体験に応えられる段階まで来ています。実証試験に参加したあるドライバーは、「MINI Eの走りは、自分が好きな、高速かつダイナミックな要素の、両方を満たしています」と感想を述べています。公道実証試験には、全世界で合計600台のMINI Eが参加して行われています。そこから得られる膨大なノウハウを基に、BMWは電気自動車開発で優位に立つことができます。実際にプレミアム・セグメントを見渡しても、BMWグループほどの電気自動車のテストを行っているメーカーは他にありません。MINI Eの後には、1シリーズ・クーペの4人乗り電気自動車、BMW Concept ActiveE(コンセプト・アクティブ・イー)が控えています。こちらは2011年に公道実証試験が始まります。

ActiveEの目的は、お客様からのフィードバックを集めることと、メガシティ・ビークルのパワートレインの試作バージョンをテストすることです。しかしながら、先進的なパワートレインは、メガシティ・ビークルによって披露される革新的技術のひとつにすぎません。project i チームは、メガシティ・ビークルにより、自動車が環境に及ぼす負荷を抜本的に軽減するバリュー・チェーン全体をカバーする遠大なソリューション実現を目指しています。サプライヤーと生産コンセプト・レベルに始まる総合的アプローチは、製品とマーケティングを経て、車両の使用過程、ひいてはリサイクル段階にまで受け継がれます。さらに効率性を高めるため、たとえば車両の素材ミックスにおいては、超軽量炭素繊維強化プラスチック(CFRP)が大きな割合を占めています。CFRPは高張力鋼に比べれば50%、アルミニウムと比較しても30%ほど軽量です。衝突時の衝撃吸収能力では両方の素材を凌駕しています。CFRPの原材料は、日本で調達することになっています。



大都市圏の先に広がる地域において、汎用性が高く、持続性のあるモビリティ手段は何かという問いに対しては、BMWグループは水素自動車こそがその答えであると確信しています。そしてBMWグループはこの分野のパイオニアです。水素エンジンが日常の使用に適していることは、BMW Hydrogen 7(ハイドロジェン・セブン)で、既の実証済みです。水素燃料で走る世界初のこのラグジュアリー・セダンは12気筒エンジンを搭載しており、スペースシャトルのように液体水素から動力を得ます。またガソリンで走行することも可能なバイ燃料構造となっております。一連の開発作業を経て、限定車として生産されたHydrogen 7はNASAをはじめとする世界中の特定のお客様に納入されました。これらのお客様のもとで、Hydrogen 7はすでに延べ400万km以上を走破しています。



BMW Hydrogen 7

BMWの水素自動車は、また、公道以外でも優れた成果を挙げています。2004年9月、BMW H2Rプロトタイプは内燃式エンジンを搭載した水素燃料車として9つもの世界最高速度記録を樹立しました。



世界最高速度を記録したBMW H2R

自動車技術と車載コンポーネントだけで、私たちが考える未来のモビリティが実現するわけではありません。BMWグループでは、効率性に優れ、持続性のあるモビリティを実現するための鍵のひとつは、サステイナブルな交通管制にあると確信しています。そのためには、クルマ、ドライバー、周囲の交通環境間のネットワーク強化が必要です。交通渋滞による自動車燃料の浪費は、ドイツのみでも年間およそ120億リッターに達すると推定されています。これほどの燃料が無駄に消費されているのです。BMWグループでは、交通管制および技術のエキスパートが20年以上前から、「規制ではなく、技術革新によって」をモットーに、交通問題の解決策を探ってきました。私たちが目指しているのは、ドライバーの命令に従って動くだけではなく、状況を先読みし、ドライバーが指示する前にアクションを起こす車両です。このことは、クルマ自体が交通状況などに備えることができ、最大限の効率とダイナミズムでいち早く反応することができるということを意味します。この新しい機能は、あらゆる場面において、効率アップと走る喜びの向上を両立させ、お客様にメリットをもたらします。



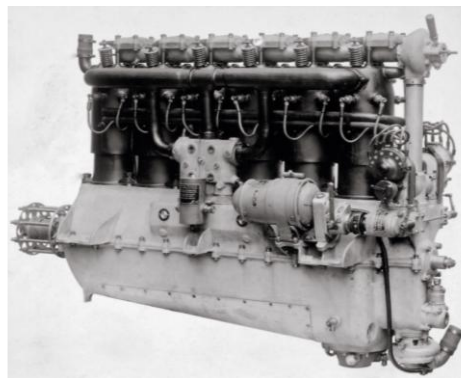
インテリジェント・ナビゲーション・システムによる交通管制

「燃費向上の成果は、短期間的、断片的な計画の結果ではなく、サステナビリティに関する早期からの一貫した長期的取り組みによってもたらされたものです。」

BMW AG車両戦略およびイノベーション担当部門リーダー クリストフ・グローテ

## 先見の明がもたらす成果

レースでは、先の展開を読むこと、すなわち次の操作のすべてを予測し、ドライバー自身とクルマの余力を温存することが、何よりも大事です。同様のことが新技術の開発でも言えます。次の状況を予測し、事前対策として積極的な「アクションを起こすこと」は、何かに「反応すること」と同じくらい重要です。また、効率的であるということは、たとえばガソリン代が節約できるということにとどまらず、トップ・メーカーとして市場をリードし続けることをも意味するのです。BMWグループがEfficientDynamics戦略が立ち上げられたのは、CO<sub>2</sub>排出がマスコミで大きく取り上げられるようになるよりずっと前のことです。この開発戦略が立案されたのは1990年代後半であり、2000年にはこのコンセプトを幅広い製品に導入する方針が打ち出されました。EfficientDynamicsという言葉が初めて正式に用いられたのは2005年のことです。また、MINIブランドのために「MINIMALISM」というコンセプトが導入されました。名前こそ違いますが、2つのコンセプトは同じ目標を共有しています。2007年には成果が明らかとなり、同年3月からEfficientDynamics戦略から生まれた技術革新がすべてのラインナップに本格的に導入されるようになりました。しかしながら、効率性を追求する基本精神は、90年間にわたるBMWの歴史の始まりから存在しました。1917年に世界で初めて、航空機エンジンにアルミニウム製ピストンを採用したのがBMWです。1940年には軽量で空力特性に優れたアルミニウム製ボディの328ミツレミア・ツーリングクーペで同名のレースを制しました。また、1980年代前半には世界初の瞬間燃費計をBMW 5シリーズに搭載しています。



1917年の飛行機のエンジン「IIIa」



BMW 328ミツレミア・ツーリングクーペ 及び328カム・クーペのスペースフレーム(上)



BMW 5シリーズに搭載された世界初の瞬間燃費計

「サステナビリティは、私たちのプロセスや手順をいかにデザインするかを決定する際の、最も重要な指針です。」

BMW AG取締役会会長 ノルベルト・ライトホーファー

## 未来を見つめて:サステナビリティへの包括的アプローチ

BMWグループは、販売台数の面で世界のプレミアム・セグメントをリードし続けています。しかし、リーディング・カンパニーとしての目標は、そこで終わるわけではありません。サステナビリティにおいても業界のトップランナーとしての評価を自負しています。サステナビリティは、走行中のエミッションと燃費の問題に始まり、バリュー・チェーンのすべての段階へと広がっています。そのことは、BMWグループがダウ・ジョーンズ・サステナビリティ・インデックス(DJSI: Dow Jones Sustainability Index)において5年連続で業界のトップ企業にランクされたことから明らかです。その高い評価は自動車業界にとどまりません。最近発表されたSustainalytics社のサステナビリティ調査において、BMWグループはフランクフルト証券取引所のDAX-30社中最高の評価を受けたのです。

燃費の向上とエミッションの低減は、クルマの環境負荷を軽減する上で非常に重要です。しかしその際、クルマによるCO<sub>2</sub>排出量の約15%を占めているのは、走行中以外発生するものです。そのためBMWグループにとって、サステナビリティの道は真に包括的な取り組みとならざるを得ないのです。バリュー・チェーンの各部分に、環境負荷を評価および低減するためのシステムを導入したのはそのためです。これにより、資源調達に始まり、生産を経てリサイクルに至る一連の流れの各段階で、サステナビリティを確実なものとすることができます。この面でもBMWはパイオニアとして業界をリードしています。2008年に実施されたベンチマーク調査では、資源利用に関して先駆的な、世界で最も環境に優しい自動車企業としてBMWグループが選ばれました。クルマ1台あたりのCO<sub>2</sub>排出量を最小限に抑えるため、BMWグループの製品のためのプラスチック部品の15%は、生産工程で生じた廃棄物または廃車から取り出した部品を原料とする再生品が使用されています。そしてクルマが使命を終えた時には、素材の95%がリサイクルまたはリユースされています。世界各地の工場では、さまざまな、しかし例外なく革新的な手法でエネルギー効率の改善に取り組んでいます。いくつか例を挙げましょう。まず、アメリカのサウスカロライナ州にあるスパータンバーグ工場です。ここではBMW X5やX6などを生産していますが、必要なエネルギーの60%を地域のごみ埋設場で発生するメタンガスでカバーしています。また、私たちの「トレードマーク」とも言える6気筒ガソリンエンジンを製造しているオーストリアのシュタイア工場では、工場廃水をまったく排出していません。同じような取り組みが千葉県の新車整備センターでも始まりました。



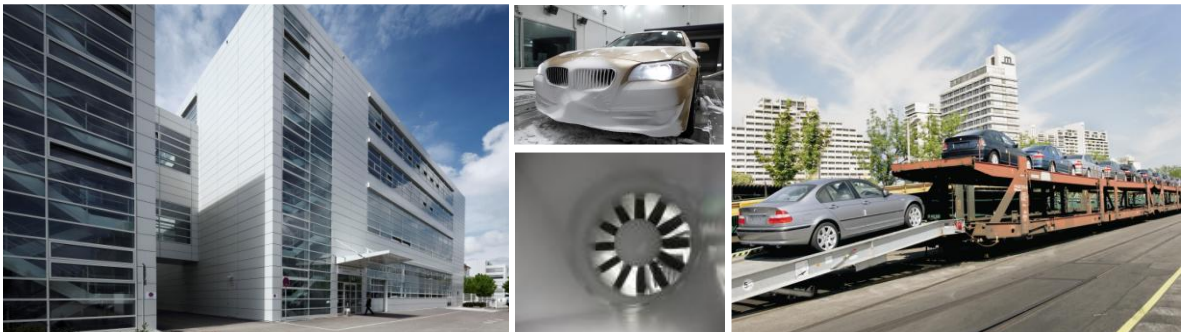
生産廃棄物のリサイクル



地域のごみ埋設場で発生するメタンガスを再利用している米国サウスカロライナ州・スパータンバーグ工場

環境への優しさに配慮したこの種の試みは枚挙にいとまがありません。例えば、ミュンヘンのリサーチ&イノベーション・センター(研究開発センター)では、建物を冷房するために地下水を冷熱源として利用しています。さらに、その近くに完成したばかりのエネルギー&環境テスト・センター(ETC: Energy and Environmental Test Centre)の設計に当たっては、エコロジー的に持続性の高い運営が最優先されました。その結果、採用されたETCのローラー・ダイナモとベンチレーション・システムには、クルマに取り入れられているコンセプトと同様にブレーキ・エネルギー回生システムを利用しており、それによってETCにおけるエネルギーの消費を最小限に抑えています。そして、ETCの環境対策上の重要性は、どのように造られて運営されているかということのみにあるのではなく、何のためにETCが建設されたのかということにもあります。新しいテスト・センターが完成したおかげで、世界中のあらゆる気候帯における車両の挙動をわずか8時間でチェックできるようになりました。それもひとつの場所においてです。ETCでは、これまで世界各地で行う必要のあった路上走行試験を、すべてシミュレーションで行うことができるのです。将来的に路上走行テストを完全に廃止することはできませんが、ETCにより、テスト・プロセスのスピードアップと精度の向上にとどまらず、クルマの長距離輸送の必要性和そのための時間的ロスの削減、少数のプロトタイプでより多くの回数のテストを行えるなど、著しい効率アップを実現しました。

納車における、物流の効率化も重要です。この面で私たちは、鉄道や船舶など環境に優しい輸送手段を多用するとともに、利用できる倉庫スペースを最大限活用しています。



ドイツ、ミュンヘンのエネルギー&環境テスト・センター(ETC)

鉄道輸送による、環境にやさしい物流

技術革新とサステナビリティに重点を置くことにより、BMWグループは将来のチャレンジを受け止める態勢が整っています。技術力と豊富な経験を活かし、私たちは卓越した効率性と魅力的な性能を兼ね備えたクルマをこれからもご提供し続けます。

## 2.個別技術解説

**パワートレイン・テクノロジー**  
エンジン本体の効率やトランスミッションの効率を向上させます。



### エアロダイナミクス

車両の空気抵抗を減らすことで、特に高速走行時の燃費が向上、車両の安定性にも寄与します。



### 軽量化

車両の軽量化は燃費だけでなく走りも向上します。



**ハイブリッド・テクノロジー**  
高効率のガソリン・エンジンに電気モーターを組み合わせることで、燃料消費をさらに低減します。



### 走行抵抗の低減

空気抵抗の他に車両が走行時に受ける抵抗を削減し、無駄な燃料の消費を抑制します。



### エネルギー・マネジメント

車両を動かす上で必要なエネルギーを賢く管理し、少しでも無駄に燃料を使わないように制御します。



### ドライバーのサポート

ドライバーの運転の仕方でも燃費は大きく変わります。特に急いでないときには、燃料消費を抑制する運転をサポートします。



# パワートレイン・テクノロジー

## 高精度ダイレクト・インジェクション・システム

ダイレクト・インジェクション(直噴)は、エンジンのシリンダー内に直接ガソリンを噴射する技術です。噴射した燃料によってシリンダー内に吸入される空気が冷却されるため、従来のポート噴射方式よりも吸入効率が向上します。またノッキングを抑制することができ、効率のよい燃焼が行われ、トルクが向上します。さらには圧縮比を上げられることから、エンジンの効率も向上します。

噴射されるガソリンは圧力が高いほど、より細かい粒子となり、効率の良い燃焼が可能になります。しかし高い圧力では短期間に大量の燃料が噴射されてしまうため、非常に高い精度で噴射制御を行う必要があります。従来のダイレクト・インジェクションではガソリン噴射圧力は150気圧程度ですが、BMWの高精度ダイレクト・インジェクション・システムでは、最大200気圧まで燃料の圧力を高めることが可能です。



点火プラグの近傍に配置されたインジェクター



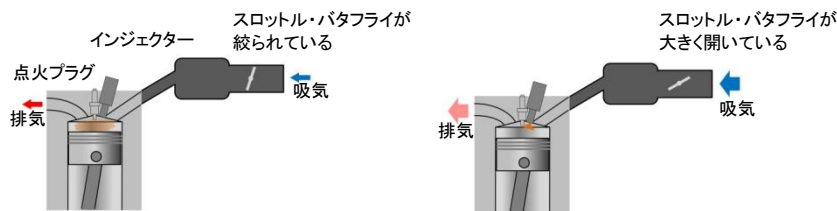
200気圧の燃料を噴射可能にする高圧燃料噴射システム

## 希薄燃焼テクノロジー

高精度ダイレクト・インジェクション・システムを活用した技術で、実用燃費を向上させます。

従来のエンジンでは、アクセル・ペダルを深く踏み込んでないとき(多くの燃料を噴射しないとき)はスロットル・バタフライによって吸入する空気量を制限しています。これは噴射するガソリンと吸入する空気の量の比率を一定(その比率は理論空燃比といいます)にしないとガソリンは燃えてくれないためですが、吸入する空気を制限することは、エンジンにとっては抵抗となっているのです。

希薄燃焼テクノロジーでは、噴射する燃料の量に対して空気をはるかに多く吸い込むことが可能になります。つまりスロットル・バタフライを大きく開くことができるため、空気の吸入による抵抗はほとんどなくなります。このことにより燃費が向上します。さらには、ピストンの上昇時には吸入した空気だけを圧縮し、着火の直前に燃料を噴射することから理論的な効率が高いこと、燃焼が点火プラグ周辺でコンパクトに行われることから、シリンダー壁面を通じての熱損失が少ないこともエンジンの効率向上に貢献しています。



### 通常のダイレクト・インジェクション

噴射する燃料の量と吸入する空気量は常にほぼ一定に保つ必要があるため、噴射する燃料の量が少ないときは、吸入する空気量を絞ります。

また、噴射された燃料はシリンダー内で空気と混合してから点火されます。

### 希薄燃焼テクノロジー

噴射される燃料の量に対して吸入する空気量を変えることができるので、噴射する量が少ない時でも空気を多く吸い込むことが可能です。空気が過剰な状態でも良好な燃焼が得られるように燃料は点火直前に点火プラグ周辺に噴射されます。

## BMWツインパワー・ターボ

BMWではツイン・ターボ、シングル・ターボ(ツイン・スクロール)を総称してBMWツインパワー・ターボと呼びます。

### ツイン・スクロール・ターボ

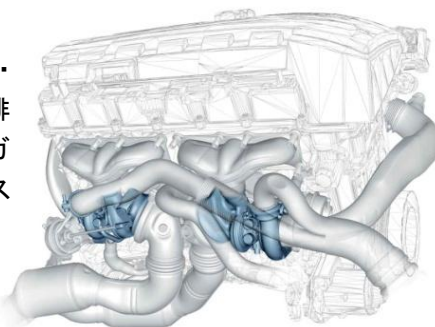
ニューBMW 335iやニューBMW 535iなどの直列6気筒エンジンではツイン・スクロール・ターボが採用されます。このエンジンではターボ・チャージャーは一つだけ装備されますが、ターボ・チャージャーの排出ガス導入口を2つに分けることにより、各気筒の排気の流れの干渉を抑えます。さらにはバルブトロニックと組み合わせることで、これまで以上にシリンダーに吸入する空気のレスポンスが高まり、さらには燃焼ガスのシリンダー外への排出も促進されるため、過給圧の立ち上がりが早まり、結果としてターボ・ラグが解消されます。



2つの導入口にはそれぞれ1～3番気筒と4～6番気筒の排出ガスが導入されます。直列6気筒エンジンの点火順序は1-5-3-6-2-4ですので、排出ガスはそれぞれの導入口に交互に導入されることになり、互いの排出ガスの流れの干渉が少なく、排出ガスのエネルギーが効率よく変換されます。

### パラレル・ツインターボ

BMW 740i / 740Liなどの直列6気筒エンジンに採用されています。ターボ・チャージャーを二つ装備し、それぞれが1～3番気筒と4～6番気筒の排出ガスにより作動します。ひとつのターボ・チャージャーが受け持つ排出ガスが少なくすむため、ターボ・チャージャーが小型化でき、優れたレスポンスが得られます。



### V型8気筒ツインターボ

ニューBMW 550iやニューBMW X5 xDrive50iに搭載されるV型8気筒ツインパワー・ターボ・エンジンは、2基の小型ターボ・チャージャー(4気筒毎に1つ)をV型のシリンダー・バンクの間に配置する独自のレイアウトを採用しています。

吸気経路が短く直径の大きいパイプでシリンダーに接続することにより圧力損失を最小限にし、エンジンのレスポンスが向上します。



### V型12気筒ツインターボ

ニューBMW 760LiのV型12気筒ツインパワー・ターボ・エンジンでは、片側バンク毎にひとつずつターボ・チャージャーが装備されます。V型12気筒のバンク角は60°と、V型8気筒エンジンよりも狭いため、エンジン・ルーム内の空間を有効に活用する観点から、ターボ・チャージャーは両バンクの外側に配置されます。

## Mツインパワー・ターボ

Mツインパワー・ターボは2基のツイン・スクロール・ターボ・チャージャーをV型8気筒エンジンのバンク間に装備し、これらのターボ・チャージャーを独特のクロス・バンク・エキゾースト・マニホールドによって導かれた排出ガスによって駆動します。このコンセプトにより、エンジンが持つポテンシャルを最大限引き出し、アクセルを踏んだ瞬間から強力なパワーを発揮します。

このテクノロジーの中核を成すのがクロス・バンク・エキゾースト・マニホールドです。このエキゾースト・マニホールドは対向するバンク間の2気筒ペアで排出ガスを集約し、合計4本の独立した排出ガスの流れを作ります。その流れは2基のツイン・スクロール・ターボ・チャージャーに2本ずつ導かれます。それぞれのツイン・スクロール・ターボ・チャージャーでは、2本の排出ガスの流れは、相互の干渉を避けるため、独立したまま2つの導入口を介してタービンまで導かれます。この結果、排出ガスがスムーズに流れるため過給圧の立ち上がりが早く、自然でダイレクトなレスポンスを実現します。

この革新的なテクノロジーは、BMWが特許を保有するものであり、Mツインパワー・ターボは、世界初の全く新しいエキゾースト・マニホールドを採用しています。



## バルブトロニック

スロットル・バタフライを介さずに空気を導入するため、吸気の抵抗による損失が低減し、エンジンの効率が向上します。従来のエンジンではバルブが開く隙間(リフト量)は一定であり、吸入する空気の量はスロットル・バタフライで調節していました。バルブトロニックでは、吸気バルブのリフト量とリフトしている期間を自在に変化させることで、吸入空気量を制御します。スロットル・バタフライで吸気を制限する必要がないため、エンジンが受ける抵抗が減り、燃費は向上します。また、アクセル・ペダルを踏んでからのシリンダ内への流入空気の応答が良い、すなわちエンジン・レスポンスも優れています。

さらにツイン・スクロール・ターボとの組み合わせでは、燃焼ガスのスムーズな排出にも貢献するため、結果として過給圧の素早い立ち上がり、ターボ・ラグの解消を可能にしています。

## BMWツインパワー・ターボと組み合わせられた 第三世代のバルブトロニック

高精度ダイレクト・インジェクション・システムのインジェクターと干渉しないようにサーボ・モーターの位置が変更されています。また、バルブ・リフト量を制御するエキセントリック・シャフトの位置検出用のセンサーをサーボ・モーターに内蔵するなど、より洗練された構造へと進化しています。



## ダブルVANOS

吸気バルブおよび排気バルブの開閉タイミングを自在にコントロールすることで、低回転から高回転まで確実に最適な量の空気を吸い込むことが可能になり、最高出力と中低速の出力向上を両立させます。

エンジンが吸入する空気は吸気バルブの開閉により、脈動が生じます。そしてこの脈動はエンジン回転数に応じて変化します。そのため、高回転域で大量の空気を吸入できるような吸気バルブタイミングでは、低回転では空気が十分入らない場合があります。

また、排出ガスについては高回転になればなるほど、短期間のうちに確実に燃焼ガスを排出する必要がありますが、そのような排気バルブの開閉タイミングでは、低回転域では吸入する空気に悪影響を与えてしまいます。ダブルVANOSはエンジン回転数に応じて吸気および排気バルブの開閉タイミングをそれぞれ変化させることで、これらの相反する要求を満たすことができます。その結果、中低速の出力を犠牲にせず、最高出力を向上させることができます。

## 8速オートマチック・トランスミッション

8速オートマチック・トランスミッションは、極めてスムーズかつ正確なギヤ・シフトを実現し、さらにはトランスミッションによるトルク伝達の損失を減らすことで燃料消費量の低減にも貢献しています。

オートマチック・トランスミッションのトルク・コンバーターは発進時や変速時などのショックを吸収するためにATフルードを介してトルクを伝達しています。このため、わずかな滑りが発生し、トルクの伝達にロスを伴います。そこで一定速で巡航しているときなどに、いかにトルク・コンバーターをロック・アップ(直結)できるかがオートマチック・トランスミッションにおける低燃費化のカギとなっています。

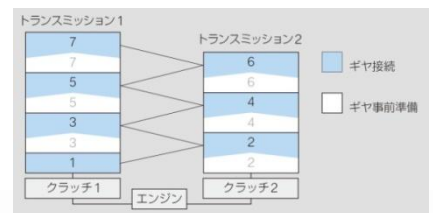
8速オートマチック・トランスミッションでは、ATフルードとは別系統の油圧でロックアップ制御することで、ATの状態に制約を受けずに自在にロックアップすることが可能になりました。また、油圧を発生させるオイル・ポンプには高効率のものを採用したことも低燃費に貢献しています。6速よりもギヤが2速増えたことにより、エンジンの効率の良い状態をより頻繁に使えるようになり、シフト・ショック抑制でも有利になっています。さらにはロー・ギヤと最上段ギヤ比の範囲を6速オートマチック・トランスミッションよりも大きく取っているため、加速性能と高速走行時の燃費性能の両立が図られています。

## 7速ダブル・クラッチ・トランスミッション

7速ダブル・クラッチ・トランスミッションは変速時にトルクが途切れることがほとんどありません。エンジンが発生するトルクを無駄にすることがないため、燃費性能の面でも、スポーティな走行においても有利です。

ダブル・クラッチ・トランスミッションでは、トランスミッションの奇数ギヤと偶数ギヤを2組のギヤ・セットに分割し、それぞれのギヤ・セットにクラッチを設定しています。エンジンの動力は一度にひとつのクラッチにしか伝わらないので、例えば1速ギヤで走行している時には、次のギヤである2速ギヤをあらかじめ噛み合わせて待機しておくことができます。そして変速の際には片方のクラッチを離すと同時にもう一方のクラッチを接続することでほとんどトルクの伝達が途切れることなく変速が完了します。

中空のシャフトを使用することで、2つのギヤ・セットは同軸上に配置されます。2つのクラッチも同軸上にあるため、ひとつのクラッチを離すと同時にもうひとつのクラッチをつなぐことが可能です。



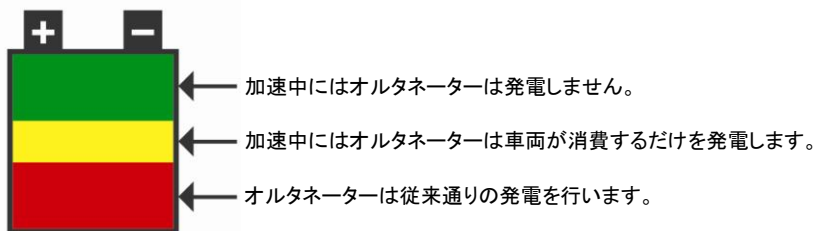
# エネルギー・マネジメント

## ブレーキ・エネルギー回生システム(マイクロ・ハイブリッド・テクノロジー)

ブレーキ・エネルギー回生システムは、加速時には発電は行わず、バッテリーが蓄えている電力を消費します。つまり加速時にはオルタネーターは駆動しません。バッテリーの充電は、車が惰性で進む間(すなわちドライバーの足がアクセル・ペダルから離している間)、これまで無駄に捨てられていた運動エネルギーを使用してオルタネーターを動かすことで行われます。

従来の車両ではバッテリーを充電するためにオルタネーターは常に働いていました。加速時にもエンジンの動力を使用して、つまり燃料を使用して発電していたわけです。そしてバッテリーがフル充電の状態では、それ以上充電は行われませんでした。

ブレーキ・エネルギー回生システムでは、インテリジェント・バッテリー・センサーが、バッテリーの充電状況をモニターしており、バッテリーの残量が一定のレベル以上(下図緑色のゾーン)ある場合、加速中にはオルタネーターの駆動を停止します。車両が使う電力はバッテリーに蓄えられた電力によってまかなわれます。減速中にはオルタネーターは最大出力で発電します。減速する頻度が少なくバッテリーが蓄えていた電力を消費し続け、残量が中程度に下がると(下図黄色のゾーン)、オルタネーターは加速中にも発電しますが、車両が使っている電力を補う分だけを発電します。バッテリーの充電のための発電は行わないため、オルタネーターが必要とする動力(燃料の消費)は少なく済みます。やはり惰性で車が進んでいる間には充電が行われます。さらにバッテリーの残量が一定レベル以下になると(下図赤色のゾーン)、オルタネーターは従来通りの発電、つまり加速中にも発電を行います。



## 電動パワーステアリング

ステアリング操作のアシストを、従来の油圧ではなく、電気モーターで行うシステムです。電気モーターは、ステアリング・ホイールが実際に操作されているときにだけ作動するため、直進時に無駄なエネルギーを消費することがありません。従来の油圧式パワー・ステアリングでは、ドライバーが、いつステアリングを切ってもいいように常に油圧を保持しておく必要がありました。そのためにアイドリング中でも200W程度のエンジン出力を消費していましたが、電動パワーステアリングが必要とする待機電力はわずか20Wです。



### 電動パワー・ステアリングの操作力

電動パワー・ステアリングでは、ドライバーがステアリング操作する時にステアリング・システムに作用する力から瞬時に計算されたアシスト量を電気モーターが発生します。アシスト量を自在に設定することができるため、車速がごく低い時でも快適なステアリング操作を提供することが可能になりました。

## エンジン・オート・スタート/ストップ

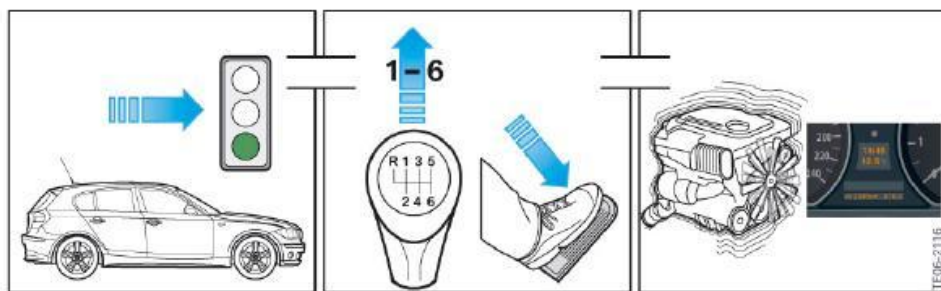
停車中にエンジンを自動的に停止させることで、ストップ&ゴーの多い市街地でのマニュアル・トランスミッション車の燃費を大幅に向上させます。車両が停止し、ギヤがニュートラルの状態ドライバークラッチから足を離すと自動的にエンジンは停止します。再びクラッチが踏まれるとすぐにエンジンは再始動します。M3のM DCT Drivelogic車では、走行中にブレーキ・ペダルを踏んで減速し、車両が停止するまでブレーキ・ペダルを踏んでいるとエンジンは停止します。ブレーキ・ペダルから足を離すと、エンジンは再始動します。

システムが車両状況をモニターし、外気温が高い中でエアコンを使用している時や、バッテリー残量が不足している時などにはエンジンを停止させません。またドライバーが自動でエンジンを停止させたくない場合には、スイッチによりオート・スタート/ストップ機能を停止させることができます。

エンジン・オート・スタート/ストップのキャンセル・スイッチ



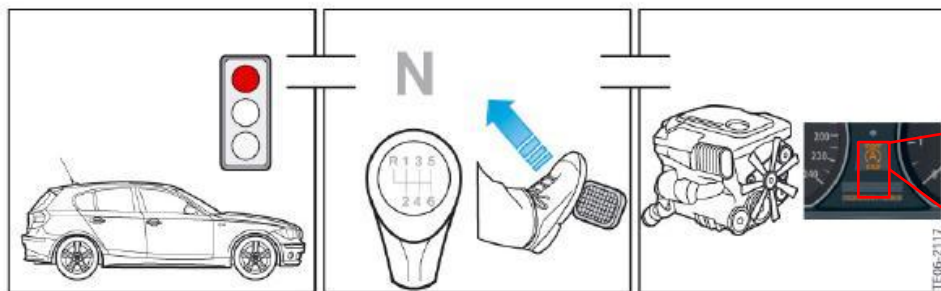
MT車のエンジン・オート・スタート/ストップは、以下の通り作動します。



走行している時

ギヤが入っており、アクセル・ペダルが踏まれています。

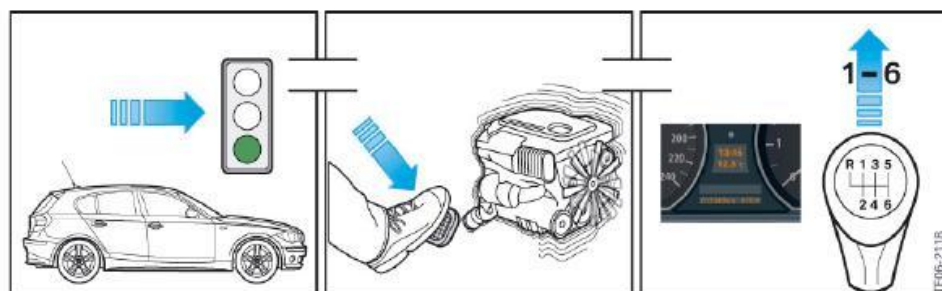
エンジンは作動しており、オンボード・コンピュータは通常通りの情報を表示します(時計や外気温など)。



車両が停止した時

ドライバーがギヤをニュートラルへシフトし、クラッチ・ペダルを離します。

エンジンは停止し、オンボード・コンピュータ内にはSTART/STOPのアイコンが表示されます。



再び発進する時

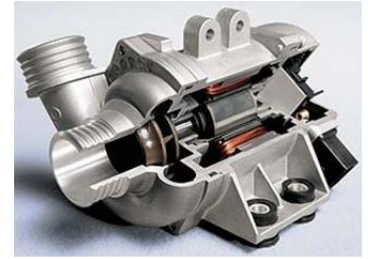
ドライバーがクラッチ・ペダルを踏むと、瞬時にエンジンが始動します。

ドライバーは任意のギヤに入れて発進できます。オンボード・コンピュータ内のアイコンは消え、通常の表示に戻ります。

## 電動ウォーター・ポンプ

一般的なエンジンではウォーター・ポンプはエンジンの動力で駆動されていますので、常にポンプは作動し冷却水を循環させています。そしてポンプの容量はエンジンが最も高温となる運転状態でも十分な冷却を行えるように設定され、冷却水の水温調整はラジエーターに送る冷却水の量を変化させることで行っています。電動ウォーター・ポンプは電気モーターで駆動されるためエンジン回転数とは関係なく、冷却水循環量を自在に制御することができ、エンジンが冷えている時には冷却水循環量を極力抑えることで、ポンプ駆動のためのエネルギーを節約します。

また、冷却水の水温をきめ細かく制御できるため、通常の走行時には冷却水温度を高めにしてエンジンの効率を高めます。ダイナミックな走行をする場合には、ウォーター・ポンプを積極的に駆動させ、冷却水温度を低めにしてエンジンのポテンシャルを最大限まで引き出します。



## 圧力制御式燃料ポンプ

燃料タンク内にある電動燃料ポンプがエンジンに燃料を供給する際、これまではエンジンが要求している以上の燃料を送り出して、余剰分を燃料タンクに戻していました。圧力制御式燃料ポンプでは圧力センサーが燃料の圧力をモニターすることで、エンジンが必要としているだけの燃料を送り出すように、燃料ポンプをきめ細かく制御します。こうして無駄なエネルギー消費を減らすことができます。

## マップ制御式オイル・ポンプ

エンジン内にオイルを循環させるオイル・ポンプもエンジンの動力で駆動されています。オイル・ポンプはアイドルのような低回転でも十分な循環量を確保するように設計されるため、エンジン回転が上昇するに従って循環量は増加します。一般的なエンジンではオイルの流路に単純なバネを用いた調節弁がついているだけで、日常よく使用する2000rpm前後の領域では必要以上にオイルを循環させています。マップ制御式オイル・ポンプではオイルの循環量をきめ細かく制御しますので、常にエンジンが潤滑に必要な分だけを循環させます。この結果、無駄にエンジンの動力を使うことがなくなり、燃料消費量を抑えることができるのです。



## カップリング付エアコン・コンプレッサー

エアコンのコンプレッサーそのものをクラッチによってエンジンの駆動から切り離し、無駄なエネルギーの消費を少しでも抑制しようというものです。

エア・コンディショナーのコンプレッサーは、エンジンの動力によって駆動されています。近年のエア・コンディショナーは可変容量型コンプレッサーを使っており、エアコンがOFFの時にはコンプレッサーは最小の容量で作動しています。しかしそのような状態でもコンプレッサーが回転する際の摩擦抵抗等により、エンジンにかかる負荷はゼロではありません。カップリング付エアコン・コンプレッサーは、この負荷さえも取り除くというものです。

なお、一昔前のエアコンでは固定容量型コンプレッサーを使用し、温度調整のためにクラッチでON-OFF制御を行っていたものがありますが、BMWのカップリング付エアコン・コンプレッサーは、これとは異なります。

# ハイブリッド・テクノロジー

## ActiveHybrid

BMWの考える「ハイブリッド」。それは、全てのハイブリッド・システム搭載モデルに求められる高い環境性能の実現と、全てのBMWに共通する卓越した運動性能およびドライビング・プレジャーを兼ね揃えたモデルです。BMWが自身のハイブリッド・システム搭載モデルを「ActiveHybrid(アクティブ・ハイブリッド)」と呼ぶ理由はここにあります。



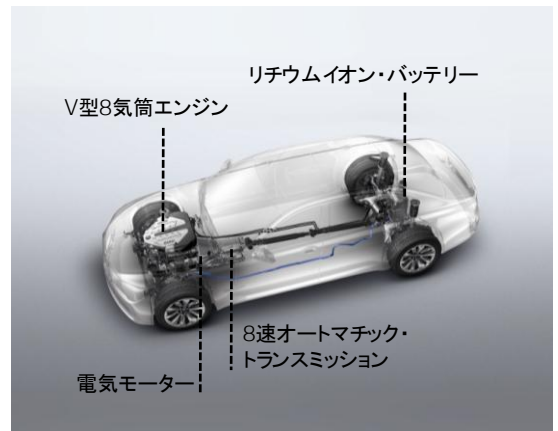
### ニューBMW ActiveHybrid 7

ニューBMW ActiveHybrid 7はV型8気筒エンジンに電気モーターをインテリジェントに組み合わせたBMW初のハイブリッド・システム搭載モデルです。

ニューBMW ActiveHybrid 7のハイブリッド・システムは、リチウムイオン・バッテリーから電力を受ける電気モーターがV型8気筒エンジンを完璧に補完し、8速オートマチック・トランスミッションを通じて駆動力を伝達します。



ニューBMW ActiveHybrid 7のシステム合計最高出力は342kW(465ps)、最大トルクは700Nm(71.4kgm)。僅か4.9秒で時速100km/hまで加速する圧倒的な運動性能を誇るニューBMW ActiveHybrid 7は、世界で最もダイナミックなハイブリッド・システム搭載モデルです。また、BMW 750iおよび750Liに比べ、最高出力が14%、最大トルクが17%の向上を実現しているにもかかわらず、10・15モードで燃費消費率が約40%向上します。小型軽量設計のリチウムイオン・バッテリーの採用により、ハイブリッド・システムによる車両の重量増は僅か75kg、トランク・スペースは460ℓを確保し、実用性と機能性を全く犠牲にすることなく、さらなるドライビング・ダイナミクスの向上と高い環境性能の両立を実現しています。



また、ニューBMW ActiveHybrid 7は、BMWのオートマチック・トランスミッション車としては初めての採用となるアイドリング・ストップ機能、「ハイブリッド・スタート/ストップ機能」を装備しています。このハイブリッド・スタート/ストップ機能の搭載によりアイドリング中にエンジンが自動的に停止し、信号待ちや渋滞での無駄な燃料消費を抑え、CO<sub>2</sub> 排出量および燃料消費量の削減に貢献します。特に発進と停車を頻繁に繰り返す日本の交通状況においては、このハイブリッド・スタート/ストップ機能が燃料消費量の削減に非常に大きく貢献します。

## ActiveHybridインジケータ

ActiveHybrid では、モーターによるブースト機能およびブレーキ・エネルギー回生システムの作動状況を、メーター・パネル下部に装備されるActiveHybrid インジケータによって確認することが可能です。ドライバーは現在のハイブリッド・システムの作動状況およびハイブリッド・システムから得られる効率性を瞬時に判断することが可能となり、低燃費運転へのモチベーションを高められます。



# エアロダイナミクス

## ボディ・アンダー・カバー

車両の速度が上がれば上がるほど車が空気から受ける抵抗は増えていきます。高速走行時ともなれば、空気から受ける抵抗は燃費悪化の大きな要因となり、車両の最高速度も制限します。

BMW では、ボディのデザインによって、抵抗を減らす工夫をしているのはもちろんのこと、車両の下面を流れる空気にも注意を払っています。具体的にはアンダー・カバー等を装着することにより、凹凸を減らし、空気の流れが乱れないようにしています。

写真はニューBMW 5シリーズ セダンの例

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| ① フロント・アンダー・カバー     | ④ フロント・エアー・ガイド    |
| ② エンジン・コンパートメント・カバー | ⑤ サイド・アンダーフロア・パネル |
| ③ 凹凸の少ないフロア・パネル     | ⑥ リヤ・エアー・ガイド      |



## エアロ・ホイール

ホイールももちろん空気の抵抗を受けています。この抵抗までも低減させしてしまうのがエアロ・ホイールです。当然、ホイールは走行時には回転していますので、回転方向を考慮し車両左側と右側ではホイールのデザインは反転されています。



# 軽量化

## 樹脂製ボディ・パーツ

通常はスチール製となっているボディ・パーツを、より軽量の樹脂で置き換えることで、車体の軽量化を図っています。フロント・フェンダーに使用することにより、単なる車両重量の軽減だけでなく、フロントの重量が減少しますので、理想的な前後重量配分を達成するのに貢献します。

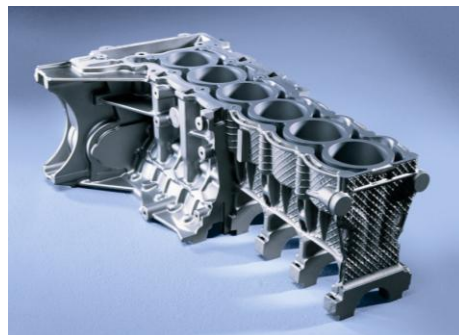


## CFRP(炭素繊維強化樹脂)製ボディ・パーツ

BMW M3クーペなどではルーフにカーボン・ファイバー樹脂を使うことで、軽量化、車両の重心位置の低下による走行性能の向上を図っています。

## 合金使用エンジン・コンポーネント

エンジン単体の重量は普段は意識することはありませんが、実際には200kg近い重量があります。エンジンに軽量の材料を使用すれば、大きな重量削減が可能になります。エンジンの本体ともいえるクランク・ケースの一部にマグネシウム合金を使用することでクランク・ケースは鋳鉄製のおよそ半分の重量、広く使われているアルミニウム合金よりも25%軽量になりました。この結果、車両重量の低減、さらにはフロントの重量低減により理想的な前後重量配分の達成に大きく貢献しています。



マグネシウムは古くから超軽量金属として注目されてきましたが、高価だけでなく耐食性など、扱いが難しかったため広く普及していませんでした。BMW では最適な化合物を加えて合金とすることで、耐熱性の問題を完全にクリアしています。また、トランスミッションとの締結部やシリンダー内部などの負荷がかかる部位にはアルミニウム合金の別部材を鋳込むという高度な製造方法により、これまでの問題を解決しました。

# 走行抵抗の低減

## 転がり抵抗の少ないタイヤ

回転しているタイヤは実は遠心力などにより常にわずかに変形しています。転がり抵抗の少ないタイヤはトレッド面とサイド・ウォール面に特殊な材料を使用し、タイヤの変形を防ぐことによってタイヤが回転する際の抵抗を減らし、低燃費に貢献します。



# ドライバーのサポート

## 燃費計

ドライバーの運転次第で燃料の消費量は大きく変わります。瞬間燃費計はドライバーに刻々と変わる燃費を表示することで、ドライバーの低燃費走行をサポートします。燃費計はタコメーター下に表示されますが、モデルによってはオンボード・コンピュータ内に数字で表示されます。



## シフト・インジケータ

特に加減速が多い市街地をマニュアル・トランスミッション車で運転している際には、ドライバーが正確なタイミングでギヤ・シフトを行うことで多くの燃料を節約することができます。シフト・インジケータは、その時の走行状況下で燃費を最大にするギヤ・ポジションをオンボード・コンピュータ内に表示します。

右の写真では、最適なギヤ・ポジションは4速であり、▲のアイコンが、今のギヤよりもシフト・アップすべきであることを表示しています。



## ブレーキ・エネルギー回生システム・インジケータ

ドライバーがアクセル・ペダルから足を離したり、ブレーキをかけたりした際に、ブレーキ・エネルギー回生システムが作動し、運動エネルギーが電力に変換されると、充電状況がタコメーター下部のインジケータに表示されます。





	5シリーズ				6シリーズ				7シリーズ	H/Eセダン						
	セダン		ツーリング		クーペ		カブリオレ									
希薄燃焼テクノロジー ノリゾトロニック 高精度ダイヤル/外・内ツインエンジンシステム BMWツインパワーターボ ツインパワーターボ ダブルVANOS 7速ダイヤル/クラッチ/トラクションコントロール ⑧選カートチカクトラクション	528i	535i	550i	525i/ 530i	550i	535i	550i	630i	650i	M6	650i	M6	740i/ 740Li	750i/ 750Li	760Li	ActiveHybrid 7 L
電動ウォーターポンプ マフラー制御式オルホソフ 圧力制御式燃料ポンプ かつリフト付きエンジン/コリシター ブレーキ・エネルギー回生システム エンジン・オートスター/ストッパ 電動パワーステアリング	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
軽量化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
トランスパーのサポート	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
瞬間燃費計	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エアロダイナミクス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
走行抵抗の低減	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハイブリッド・テクノロジー	ActiveHybrid															○

	X1		X3		X5		X6		Z4				
	SAV		SAV		SAV		SAV		ローコスト*				
ハイブリッド・プラグイン・テクノロジー	希薄燃焼テクノロジー		sDrive18i		xDrive50i		xDrive35i		sDrive23i		sDrive35i		sDrive35is
	ノリトニック	○	xDrive25i	○	X5M	○	xDrive50i	○		○			
	高精度タクト・インテリジェントシステム	○	xDrive25i	○		○		○		○			
	BMWインテリジェント・ターボ		xDrive30i	○		○		○		○			
	Mツインパワー・ターボ		xDrive35i	○		○		○		○			
	ダブルVANOS	○	xDrive50i	○		○		○		○			
	7速ダブルクラッチトランスミッション												
	8速オートマチックトランスミッション												
エレクトロニクス	電動ウオシャー・ボンプ	○	xDrive35i	○	xDrive35i	○	xDrive50i	○	sDrive23i	○	sDrive35i	○	sDrive35is
	マツコ制御式オイル・ポンプ	○	xDrive50i	○		○		○		○			
	圧力制御式燃料ポンプ	○		○		○		○		○			
	カブリゲ付きエレクトロニック・ブレーキ・エレクトロニクス	○		○		○		○		○			
軽量化	エンジン・オートスター/ストッパ												
	電動パワーステアリング												
トランスミッターのサポート	合金使用 エンジン・コルホーネット	○	xDrive35i	○	xDrive35i	○	xDrive50i	○	sDrive23i	○	sDrive35i	○	sDrive35is
	樹脂製ホチン・パーツ CIPAP(波菜繊維強化樹脂)製 ホチン・パーツ	○	xDrive50i	○		○		○		○			
エアロダイナミクス	シフト・インジケーター												
	ブレーキ・エレクトロニクス/回生システム/インテリジェント ActiveHybridインジケーター 瞬間燃費計	○	xDrive35i	○	xDrive35i	○	xDrive50i	○	sDrive23i	○	sDrive35i	○	sDrive35is
走行抵抗の低減	ホチン・アンダー・カバー	○	xDrive35i	○	xDrive35i	○	xDrive50i	○	sDrive23i	○	sDrive35i	○	sDrive35is
	エアロ・ホイル	○	xDrive35i	○	xDrive35i	○	xDrive50i	○	sDrive23i	○	sDrive35i	○	sDrive35is
ハイブリッド・テクノロジー	ActiveHybrid	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	○*2	

\*2 標準装備タイプに採用

# 4. Efficient Dynamics採用技術一覧:MINI

	MINI / MINI CONVERTIBLE / MINI CLUBMAN									
	ONE		COOPER		COOPERS		JCW			
	AT	MT	AT	MT	AT	MT				
ハルフトロニック	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
高精度タレバインジェクションシステム					○	○	○	○	○	○
ツイン・スクロール・ターボ					○	○	○	○	○	○
ダブルVANOS	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6速トランスミッション	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
切り替え式ウォーターポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マップ制御式オイルポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電子スロットル(E-GAS)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ブレーキエネルギー回生システム	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エンジン・オート・スタート/ストップ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電動パワーステアリング	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
軽量化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アルミニウム合金使用エンジン・コホーネ外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アルミニウム製シャシー・バース	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
シフトインジケータ		○		○		○		○		○
トヨタハイパーのサポート				○		○		○		○
平均燃費計				○		○		○		○
エアロダイナミクス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
走行抵抗の低減	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○