

# 燃費改善要因について

---

## 更なるフリクション低減

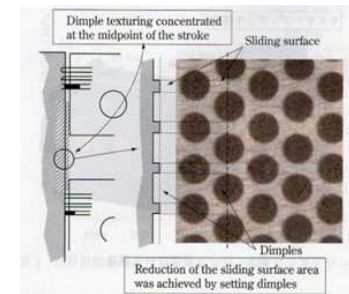
現状の各社採用している低フリクション技術の更なる改良

### ・低フリクションオイル等の採用

エンジンオイルの低粘度化や、低摩擦材を追加により摩擦抵抗を低減

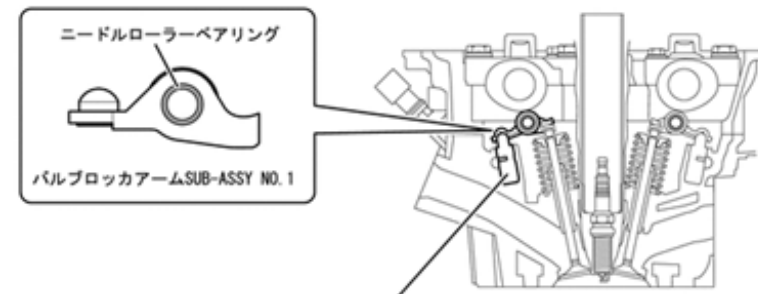
### ・エンジン内部のフリクション低減

エンジン内部の摺動部分へのコーティング等により、摩擦抵抗を低減



## ローラーカムフォロワー

カムシャフトとバルブの間において、バルブロッカアームをベアリングと一体化しニードルローラーベアリングで支持することにより摺動部分のフリクションを低減。

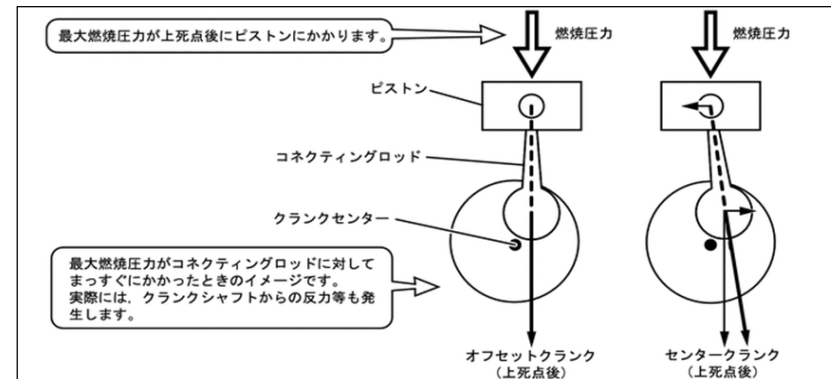


## クランクローラーベアリング

クランクシャフトの支持に、通常のメタルベアリングの代わりにローラーベアリングを用いることで、摺動部分のフリクションを低減。

## オフセットクランク

シリンダ中心に対しクランクシャフトの中心を数mm程度オフセットすること(オフセットクランク)により、ピストンサイドフォースを低減。



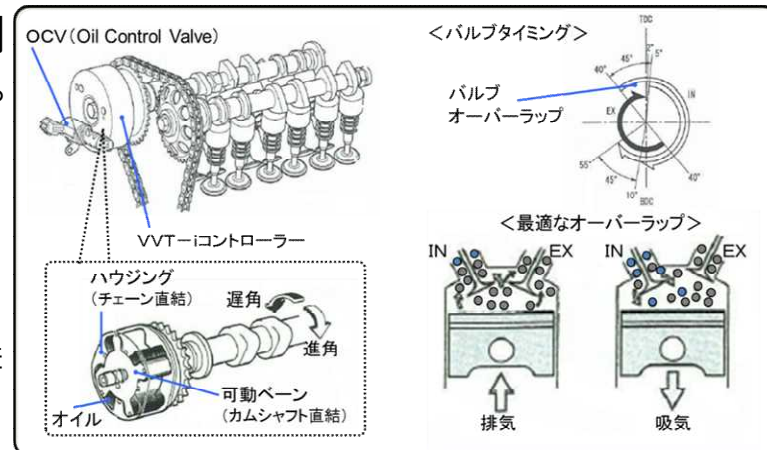
## 4バルブ

吸気バルブ・排気バルブを2個ずつ設けることで、点火プラグを燃焼室の中心に配置することによる燃焼改善と吸排気の効率化。近年では、ほぼ100%普及している。

## 可変動弁系

エンジンの運転状況に応じて、吸排気バルブの開閉時期を変化させて、内部EGR増、吸排気抵抗を低減。

- 可変位相: バルブの開閉タイミングを2段階等に切替える方式
- 可変位相, リフト切替: バルブの開閉タイミングを2段階等に切替え、かつバルブリフトも2段階等に切り替える方式
- 連続位相可変: バルブの開閉タイミングを連続的に切り替える方式。
- 連続位相可変, リフト切替: バルブの開閉タイミングを連続的に切り替えかつバルブリフトも2段階等に切り替える方式
- 作動角/リフト量連続可変: バルブ作動角とリフト量の連続可変機構を持つ方式
- 電磁動弁系: バルブの駆動を全てモータで行い、最適なバルブ開閉を実現させる方式

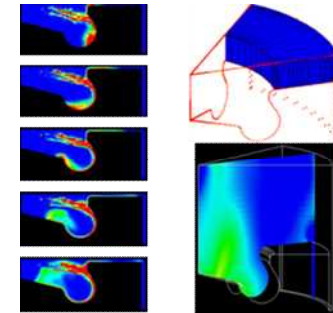


## 更なるエンジン制御改良

現状、各社が採用しているエンジン制御の更なる改良による燃費改善

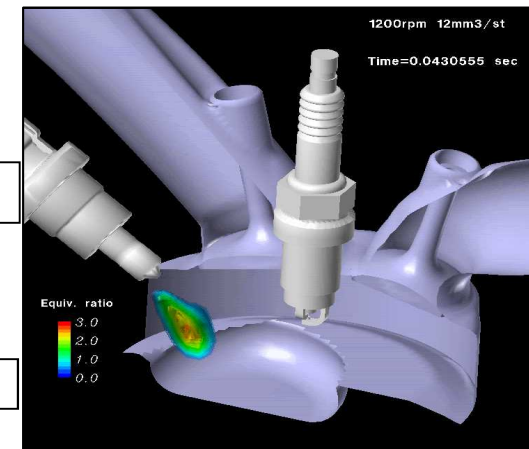
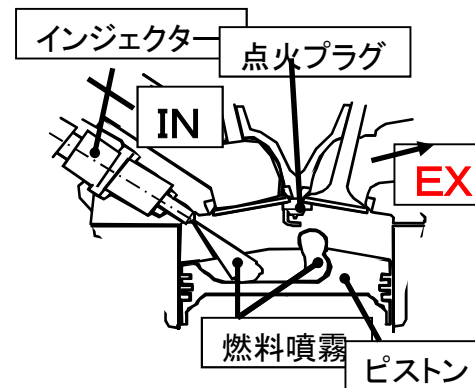
## 更なる燃焼改善

現状、各社が採用している燃焼改善の更なる改良による燃費改善



## 直噴エンジン(ストイキ)

理論空燃比相当のガソリン燃料を(予混合せずに)直接燃焼室内に噴射。燃焼室内での燃料の気化潜熱による冷却効果によりノッキングを起こしにくくなり圧縮比向上・熱効率改善を実現。



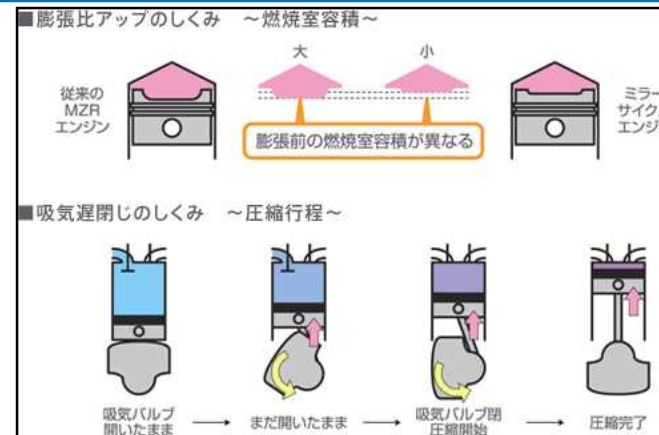
直噴: 燃料気化熱による吸気温度の低減→圧縮比アップ  
噴霧の微粒化による燃焼の改善

## 直噴エンジン(成層リーン)

理論空燃比より薄い(リーン)のガソリン燃料を(予混合せずに)直接燃焼室内に噴射。噴射方向、噴射タイミングを最適化することで燃料消費量を低減。ただし、理論空燃比よりも薄い空燃比とするために、後処理装置としては三元触媒ではなく、希薄空燃比でもNOxを低減できる還元型触媒が必要となる。

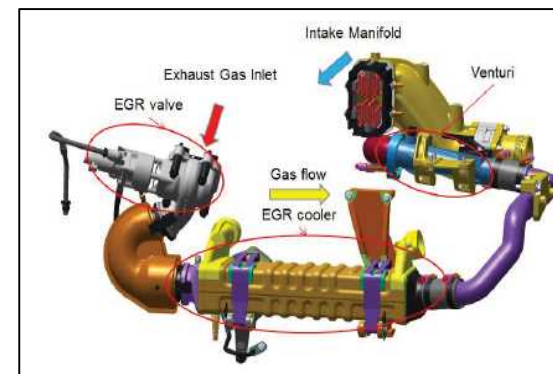
## ミラーサイクル(含むアキソソサイクル)

吸気バルブの遅閉じ等により圧縮比より膨張比が高くとなるようにして熱効率を改善。圧縮比を小さく抑えながら膨張比だけを大きくできれば、高い熱効率が得られるとともに、ポンピングロスが低減し、燃費が改善する。



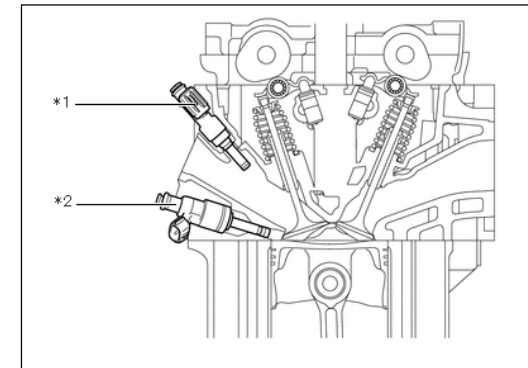
## 大量EGR

EGR(排出ガスの還流)をより低温に冷却して大量に導入することにより、低Nox化と燃費のトレードオフを改善。



## 燃料噴射装置改良 (PI+DI)

筒内噴射とポート噴射、二つの燃料噴射方式を備えたシステム。ポート噴射と筒内噴射を合わせて理論空燃比になるように制御することで、それぞれの長所を生かした燃焼改善を実現。

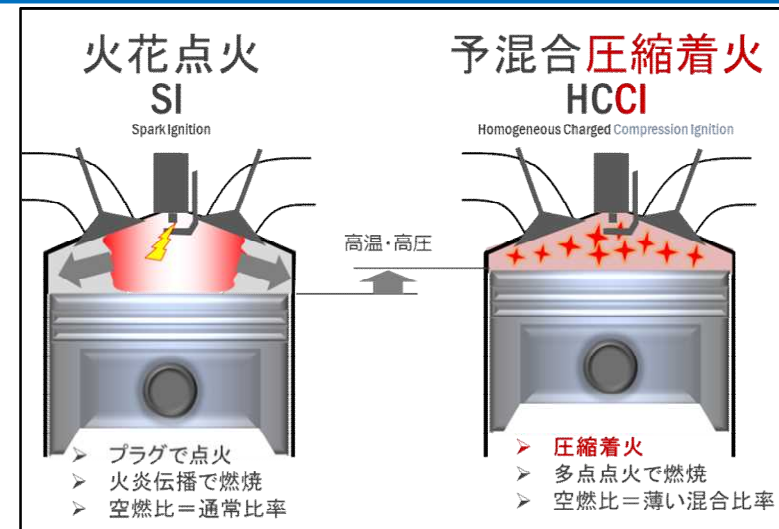


## LPL-EGR

Low Pressure Loop-EGR (低圧EGR)は排気タービン後のガスを吸気コンプレッサ手前に戻すシステム。過給エンジン車のEGR効果を高め、低Nox化と燃費のトレードオフを改善。

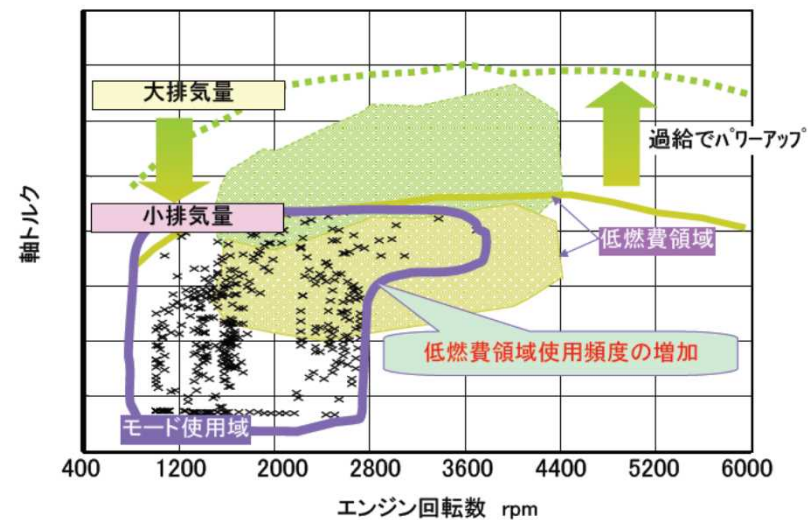
## HCCI

予混合圧縮着火燃焼。ガソリンと空気を完全に混ぜて、圧縮温度と圧力で着火させることで、リーンな状態での燃焼を実現し熱効率を向上。



## 過給ダウンサイズ

過給機により、より小排気量のエンジンへ変更することによりポンピングロス低減・エンジン重量低減を実現。過給機付きエンジンの弊害は耐ノッキング性の悪化による燃費・出力低下であるが、ポート噴射から筒内直噴とすることにより対策していることが多い。



## 少気筒エンジン

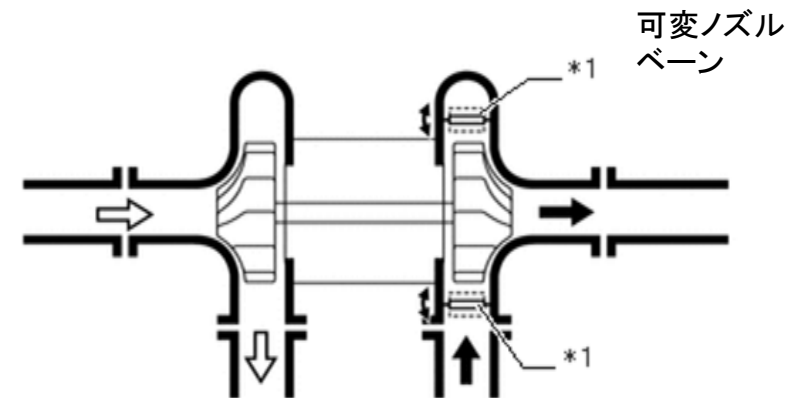
エンジンの気筒数を少なくすることにより、フリクションを低減するとともに燃費効率の良い運転領域の使用を拡大。

## 過給技術の高効率化(電動化含む)

過給機を電動化することで、従来の過給機の欠点(排気ガスを過給の動力源とする過給機は、低回転での効率、レスポンスが悪いという点、エンジン動力を過給に利用する過給機(スーパーチャージャー)には、高回転域での過給能力が劣る点)を克服。

## 可変ターボによる高効率化(VGターボ)

ターボ過給エンジンにおいて、エンジンの負荷、回転数に応じて、タービン側に装着された可変ノズルベーンの開閉度合を変え、排気ガスの流量、ローター回転を変化させ、過給量をコントロールする技術。エンジンの燃焼に最適な空気量を得ることができるようになり、燃焼効率向上等を実現。



## 可変ターボによる高効率化(2ステージ)

ターボチャージャーを低圧用と高圧用の2段構成として、ターボの欠点であった中低速域のトルク確保と高出力を両立させる事ができ、燃費改善にも寄与する。

## EGR改良(クールドEGR採用)

EGR(排出ガスの還流)をより低温に冷却して大量に導入することにより、低NOx化と燃費のトレードオフを改善する。



## EGR改良(制御の高精度化等)

EGR(排出ガスの還流)を採用しているエンジンにおいて、そのEGR導入量を、より最適な燃費が得られる量に制御するために、より高度な制御を行う技術。

## 高圧縮比

ノッキングが発生しない範囲で圧縮比を上げることにより熱効率を向上。

## ヒートマネジメント(蓄熱)

一旦暖められたエンジンの冷却水の熱エネルギーを、いわゆる魔法瓶のようなもので保持しておくことにより、翌日の冷間始動時のエンジン水温、エンジン油温を高くして、摩擦損失を低減。

## ヒートマネージメント(廃熱回収)

冷却水や空気中に放熱し捨てている熱エネルギーを熱交換器等により回収し、電気エネルギーに変換または、暖機促進等に利用することにより燃費を改善する。

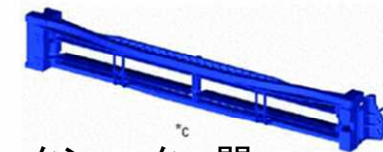
## ヒートマネージメント(冷却損失低減)

エンジンの運転状況に応じて、機械式のウォーターポンプの代わりに電動式ウォーターポンプを採用したりして、精度よく冷却水供給量等を調節することにより、無駄な圧送抵抗、冷却損失を低減。

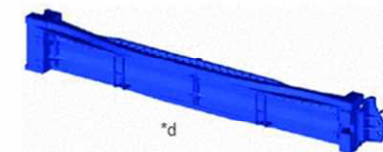
## ヒートマネージメント(ラジエターシャッター)

車両のラジエターグリルの前方に、冷却水温、車両速度等により可変のラジエターシャッターを設け、エンジンをそれほど冷却の必要がない場合に、ラジエターグリルを閉じて、空気抵抗を改善、エンジン温度の早期上昇を実現させて燃費を改善させる技術。

また、駐車時にラジエターグリルを閉じることにより、エンジンルーム内の熱を逃がさないようにして保温効果を高め、翌日の冷間始動時の燃費を改善する効果もある。



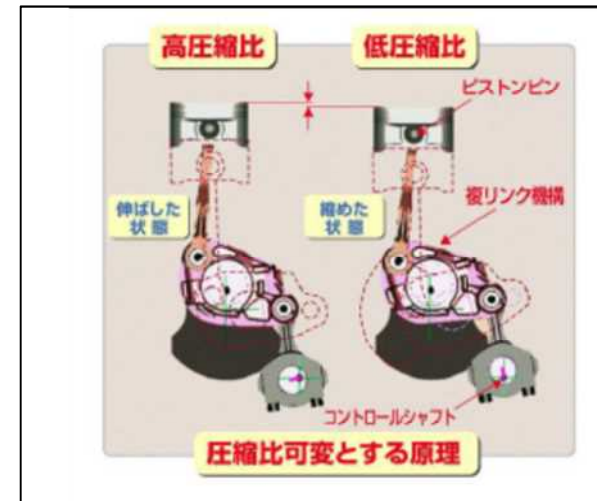
ラジエターシャッター開



ラジエターシャッター閉

## 可変圧縮比

リンク機構等を追加して、運転条件に応じエンジンの圧縮比を自動的に変化させて熱効率を改善。



## 可変気筒

走行状況により、エンジンのバルブを一部作動停止する等により燃焼気筒数を切り替えて、ポンプ損失を低減。

## 電動PS

従来のパワーステアリングはエンジンの動力によって油圧ポンプを常に作動させていたが、電動化により必要な時のみエネルギーを消費するように制御。かつては、比較的軽い車両に適用が限られていたが、近年では重い車両にも適用が広がっている。

## 電動化(電動WP等)

ウォーターポンプについて、エンジンの運転状況に応じて冷却水供給量を調節することにより、無駄な圧送抵抗を低減。

## 充電制御(含減速エネルギー回生。除HEV、EV、PHEV)

減速走行時に、いわゆる油圧ブレーキで減速すると熱エネルギーを捨てることになるが、発電機を介して電気エネルギーとしてバッテリー等に充電することにより、減速時のエネルギーを次の加速時等に有効利用する技術。

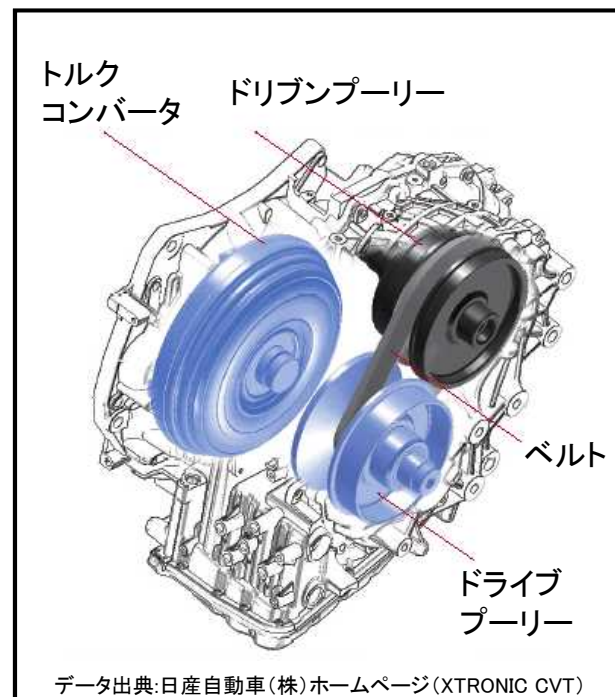
## MT・AT(従来のトランスミッション)

MT: 手動変速機(MT)を多段化することにより、エンジンの燃費がより良い条件を選択して運転することが可能。

AT: トルクコンバータを介して、車速やエンジンの回転速度に応じて減速比を段階的に自動的に切り替える機構を備えた変速機。

## CVT

金属ベルトやチェーンを用いてそれらのプーリーへの掛かり径を連続的に変えることで無段階に変速する事を可能にした変速機。車両の走行状態にあわせた最適な変速比が選択できることからATに比べエンジンの効率の領域を活用することができ、燃料消費率の低減を図ることができる。



## AMT

マニュアルトランスミッションのクラッチ操作とシフト操作を自動化するアクチュエータを組み合わせた構造の変速機。変速の最適化により、高い伝達効率で、かつエンジンの燃費効率のいい領域を使用することが可能となり燃費を改善させる技術。

## DCT

AMTと同様なマニュアルトランスミッションのクラッチ操作とシフト操作を自動化するアクチュエータを組み合わせた構造の変速機。

## 更なる駆動系フリクション低減

トランスミッション内部、ディファレンシャルギア等の駆動系の摩擦損失を、オイルの低粘度化等で低減。

## 更なるMTギア比最適化(全社に対する割合)

ギヤ比の見直し等により、エンジンの使用回転数を下げて、エンジンの燃費効率の良い領域を使用可能とする。

## 副変速機

貨物車等で、荷物を多く積んだ時と何も積んでいない(空荷)ときで、走行時に必要な出力が大きく異なる場合等の使用性を考慮して、通常の変速機にさらにギア比を切替える機構(副変速機)を持たせて、通常空荷の時の燃費を改善する技術。

軽貨物車の一部で採用されているが、乗用車では採用されていない。

## 更なる駆動系改良(TM伝達効率改善)

更なる駆動系フリクション低減に加えて、自動変速機の油圧ロス等の無駄な損失を低減して伝達効率の向上を図る技術。

## 変速制御の高精度化

CVT等の変速制御の精度を向上させて、エンジンの燃費効率の高い領域の使用頻度を上げて、燃費を改善させる技術。

## アイドルニュートラル制御

自動変速車において、動力の入力クラッチを半クラッチ状態にすることでエンジンの負荷を低減し、アイドリング時の燃料消費量を削減することで、燃費を改善する技術。ただし、アイドリングストップ技術を採用している場合は、燃費改善効果はない。

## 更なるロックアップ領域拡大

変速時以外は、強制的にトルクコンバータをロックして、燃費改善を図る技術(ロックアップ技術)について、ロックアップする領域を広げて燃費を改善する技術。そのロックアップする領域を、背反であるNHV等の対策をしつつ拡大することで燃費を改善する技術。

## 更なる軽量化

新材料、新構造等の採用により車両を軽量化することは、走行エネルギーが減少。



### 【小型化を実現する6つの手法】

ディファレンシャルギヤ反転配置 	センターテイクオフギヤボックス 
超薄型燃料タンクの床下配置 	薄型シートバック 
小型エアコンユニット 	非対称インストルメントパネル 

出典:トヨタ自動車株

## 更なるころがり抵抗低減

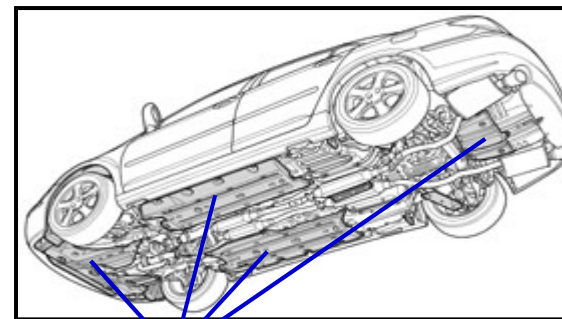
タイヤの内部構造やゴムを改良してころがり抵抗を低減。





## 更なる空力改善

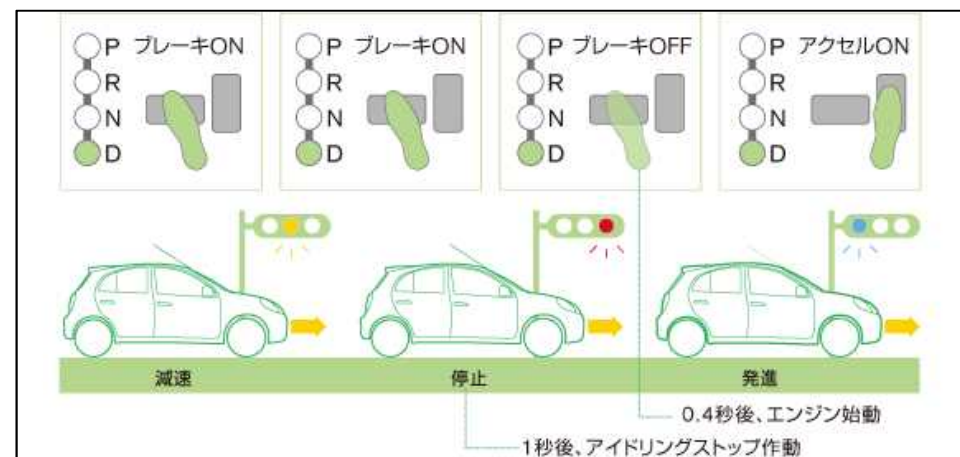
空気抵抗の低減により高速域での燃費改善に寄与。



空力アンダーカバー 出典:本田技研工業(株)ホームページ

## アイドリングストップ(IS)

信号等で車両停止時にエンジンを自動停止して燃料消費を節約し、発進時には自動でエンジンを始動させる技術。

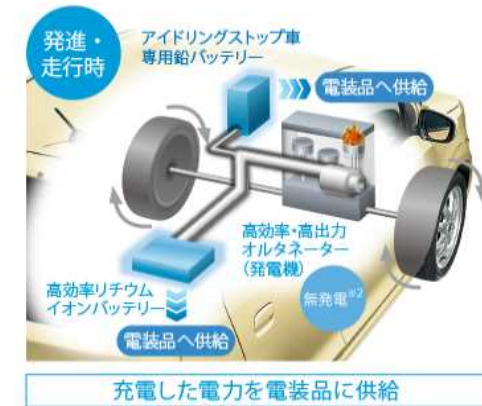
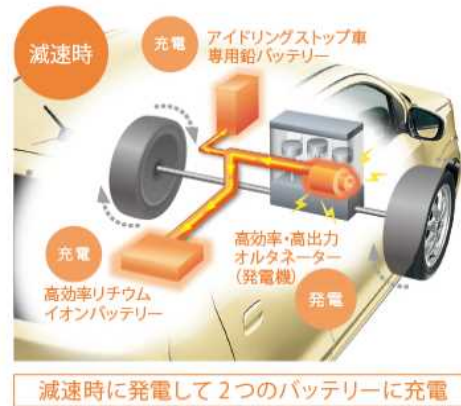


## アイドリングストップ(IS) + 減速IS

車両停車時だけでなく、車両停止直前の減速走行時にもアイドリングストップを行って、さらに燃費を改善させることを目的とした技術。

## 減速エネルギー回生＋サブバッテリー

減速時に、その減速エネルギーを利用してより多くの発電を行い、その電気エネルギーを充電効率の良いサブバッテリーやキャパシタ等に蓄えて、蓄えられた電気エネルギーをその後電装品で使用することで発電によるガソリン消費を抑え燃費を改善する技術。



※2 電装品の使用状況またはバッテリーの状態により、発電する場合があります。

出典：スズキ(株)ホームページ

## 4WD比率【燃費悪化考慮】

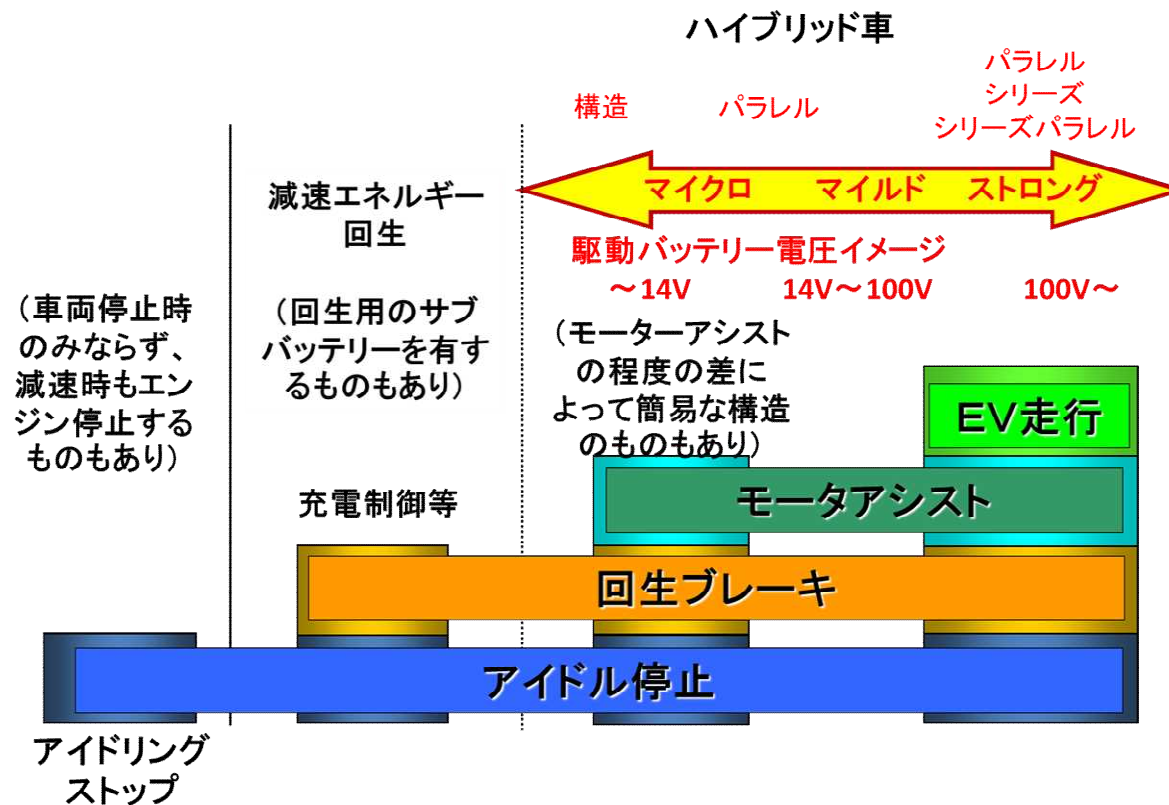
4WD車は雪国での生活のために必要であるため、4WDとすることによる燃費の悪化分(駆動系摩擦差、タイヤ等の影響、約3%)を考慮。

※2016年度における2WD車と4WD車の燃費差の平均(4.9%)より、車両重量の差の平均(48kg(3.6%))分の燃費影響(2%程度)を差し引くと、4WD車の重量増分を除いた2WD→4WDの燃費影響は3%程度と判断される。

## ハイブリッド自動車

エンジン動力と電気モータや圧力など他の動力と組み合わせた自動車のことを言い、燃費効率の良い領域でエンジンを運転することが出来るので燃費を改善することが出来る。使用するモータの出力・数などにより、いくつかのシステムバリエーションがあり、その燃費改善率は異なる。

- ・ハイブリッド(ストロング、シリパラ/シリーズ/パラレル、駆動バッテリー電圧100V超え)
- ・ハイブリッド(マイルド、パラレル、駆動バッテリー電圧:中電圧(14V超え100V以下))
- ・ハイブリッド(マイクロ、パラレル、駆動バッテリー電圧:低電圧(14V以下))



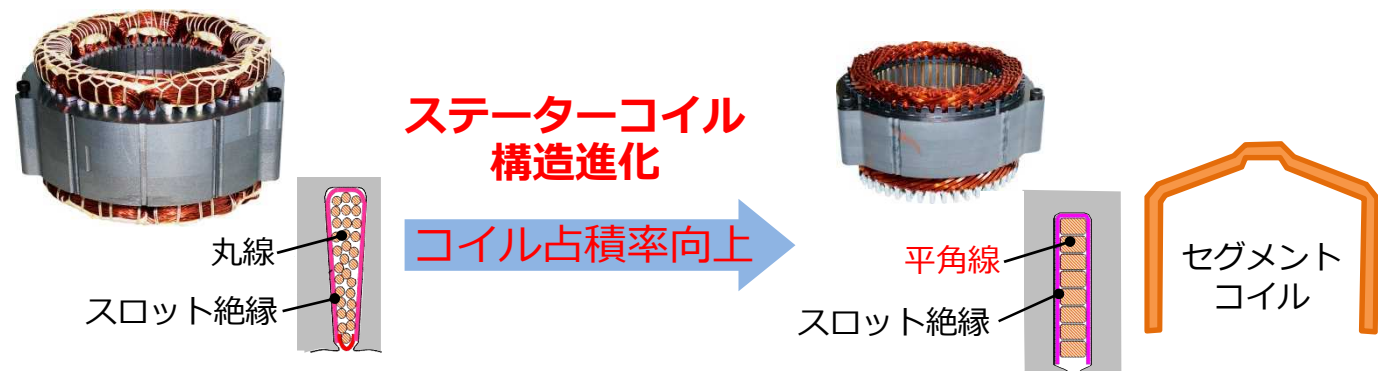
## バッテリー容量拡大

プラグインハイブリッド車のバッテリー容量を拡大することにより、バッテリーによる走行可能距離を伸ばし、エンジンの作動開始を遅らせることにより、燃費を改善。

## モータ効率改善 改善技術例)

モータのコイル線材を丸線から平角線にすることで、モータで使用する銅量を削減し、銅で発生する損失を低減して、電費、燃費を改善。

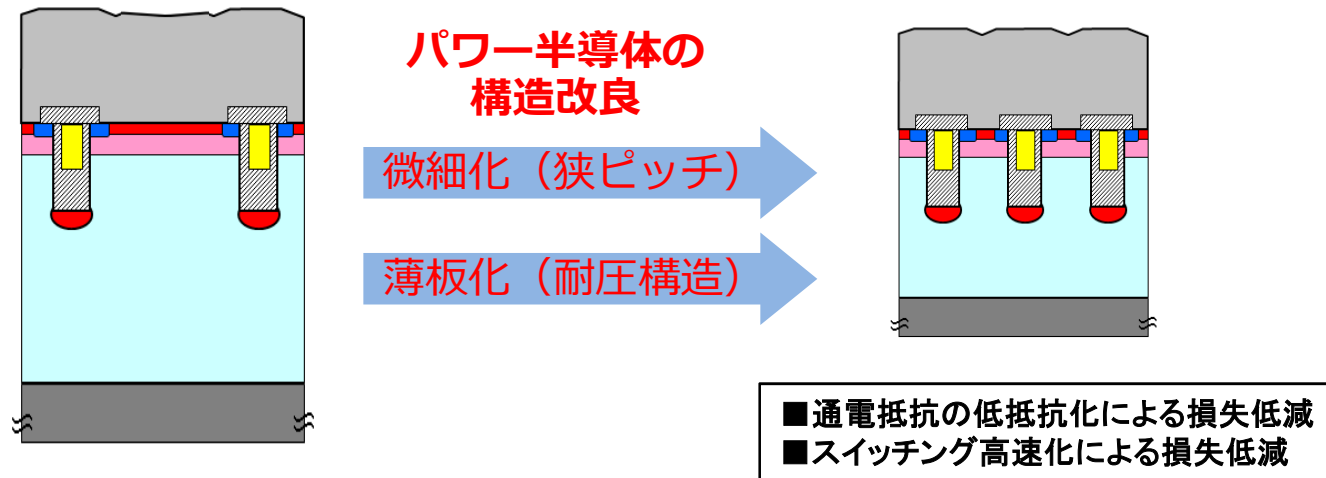
平角線化効果 モータサイズ ~10%低減  
銅使用量 ~30%低減



## インバータ効率改善

改善技術例)

インバータのパワー半導体の構造改良、素材変更等により、スイッチング損失を低減させ、電費、燃費を改善。



## 電池改善(冷却等)

改善技術例)

駆動用電池の内部抵抗低減により、電池入出力時の損失を低減により、電池単体の発熱を抑制し、電池を冷却させることに伴う電気負荷(冷却ファン等)を低減させ、電費、燃費を改善。