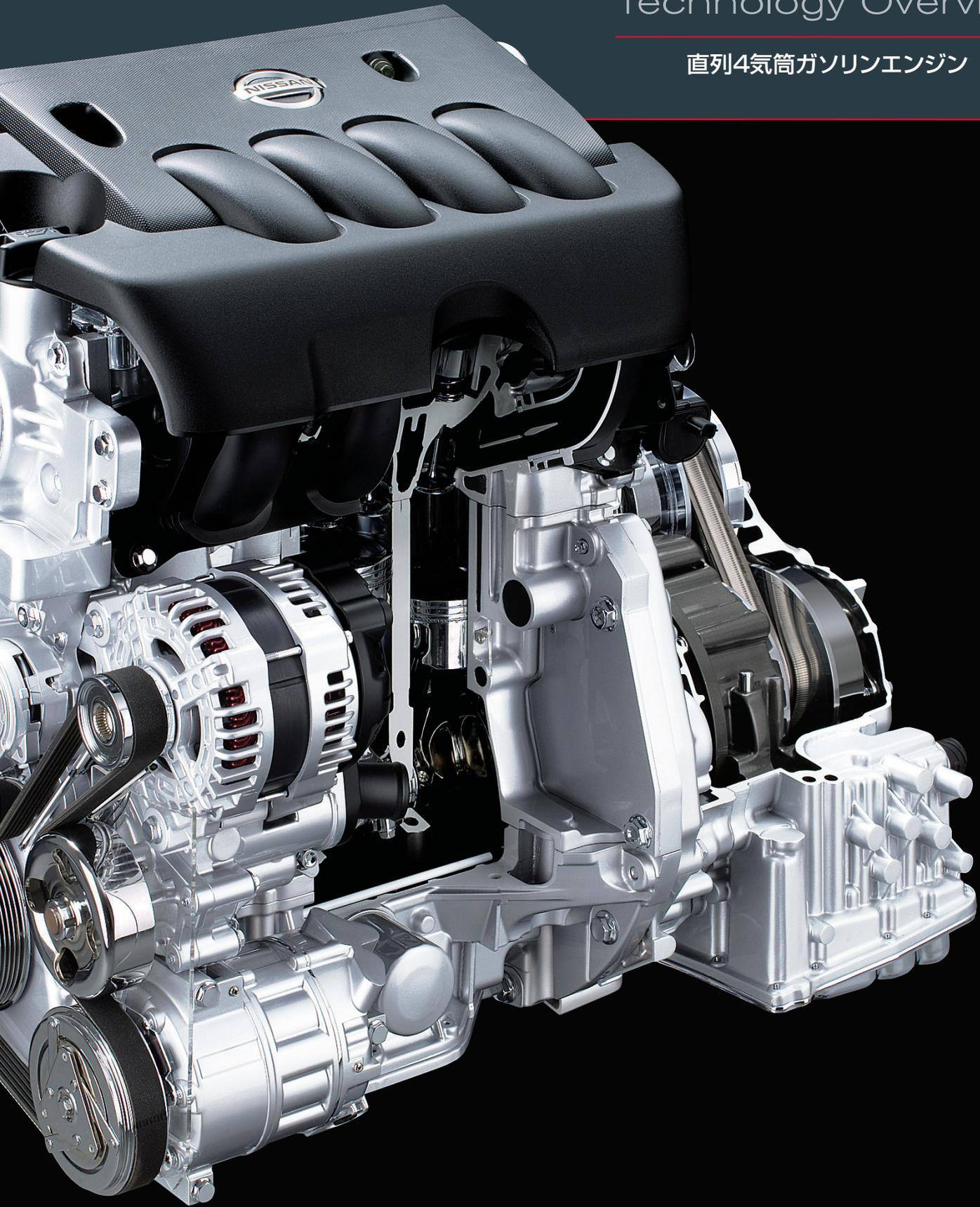


# HR/MR Engine

## Technology Overview

直列4気筒ガソリンエンジン



SHIFT\_the future



次代をリードするコンパクトな  
4気筒エンジン。  
基本性能を磨き上げることで  
優れた加速性能と環境性能を両立。

HR/MRエンジンは、環境への配慮を重視しながら、ガソリンエンジンがもたらす「走る楽しさ」への可能性をさらに追求しました。これからのガソリンエンジンのグローバル・ベーシックを目指した、新世代の直列4気筒エンジンです。

## HR/MRエンジンの特長

### 快適な日常走行のための豊かな低速トルク

低速から太く、中～高速域でリニアに盛り上がるトルク特性。アクセル全開時より、日常走行での扱いやすさを重視した出力設定としています。

### クラストップの低燃費と環境性能

シリンダー、ピストンなど主運動部のフリクションを低減するとともに、吸気・排気システムや冷却性能の改善により燃焼効率を向上させ、優れた環境性能を実現。同時にクラストップの軽量・コンパクト設計としています。

### 静粛なだけでなく、心地よいエンジン音

濁った音の成分を低減し、静粛性を保ちながらドライビングの高揚感を演出する心地よいエンジン音を実現しています。

contents	
フリクションの低減	4
燃焼効率の向上	5
冷却効率の向上	7
吸排気効率の向上	8
感性領域へと進化した音振技術	9
部品点数の削減による軽量化と信頼性の向上	10

## 主な採用技術の概要

HR/MRエンジンは、エネルギー効率を最大化することを目指して開発を進めました。ロスをなくし、最大限に出力を発生させる、高性能かつ低燃費のエンジンを実現するため、様々な技術を投入しています。

### フリクションの低減

ピストンとシリンダー、カムとバルブリフターなど、可動により接触する金属部分のフリクションを徹底的に低減しています。

#### ■ 真円ボア加工

シリンダーボアを限りなく真円に近づけることでフリクションを大幅に低減。

#### ■ 鏡面仕上げ

フリクションを低減するため、クランク、カム軸受け部を鏡面レベルまで磨き込み、平滑化。

### 燃焼効率の向上と冷却効率の向上

より効率の良い燃焼を実現するため、バルブやインジェクター、点火装置などへ様々な技術を投入、同時に燃焼室の冷却効率の向上も図ることで、燃料を素早くかつロスなく燃やします。

### 吸排気効率の向上

エンジンへの吸気・排気における空気抵抗にも着目、スムーズな空気の流れを実現することで低・中速トルクを向上させています。



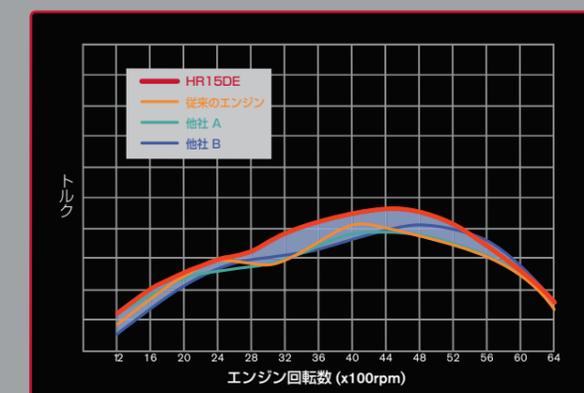
HR15DE エンジン



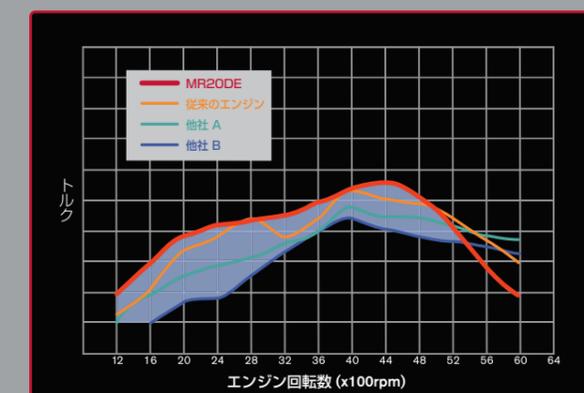
MR20DE エンジン

## パワーユニットとしての基本性能を徹底的に向上

日常のドライブの快適性に最も寄与するのが低速トルクの向上です。そしてエンジン開発で最も難しいとされているのも、この低速トルクの向上です。空気の加給技術(ターボやスーパーチャージャー等)によって高められる中・高速トルクと違い、低速トルクの向上にはエンジンの基本性能を着実に磨き上げることが必須条件です。HR/MRエンジンは、これからのガソリンエンジンのグローバル・ベーシックを目指して基本性能を全面的に改良、豊かな低速トルクと低燃費を両立しています。



HR15DEエンジンのトルクカーブ  
豊かな低速トルク(力強さ)と中・高速の伸びを実現



MR20DEエンジンのトルクカーブ  
2.0Lで2.2L並みの低速トルクとフラットな特性を実現

## フリクションの低減

ピストンとシリンダー、カムとバルブリフターなど、可動により接触する金属部分のフリクションを徹底的に低減させています。

### 真円ボア加工

一般的なエンジンでは、シリンダーブロックとシリンダーヘッドをボルトで締結する時にかかる軸力によって、シリンダーボアは加工後に変形してしまいます。

HR/MRエンジンは、ヘッド締結状態を再現する治具を取り付けた状態でボアを真円に加工することで、締結ボルト軸力によるシリンダーボアの変形を防止し、真円度を向上させています。これによりボアとピストンリングは、小さな力で接触することとなり、結果的にフリクションが低減します。

真円ボア加工は、僅かのパワーロスも許されない、きわめて精密なレースエンジンで使われる技術であり、HR/MRエンジンへの採用は、量産エンジンにおける画期的な技術進化といえます。

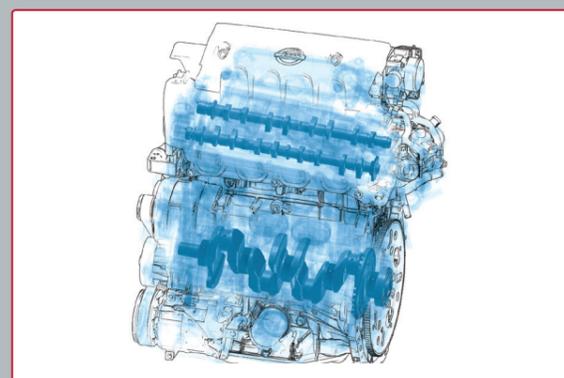


### 鏡面仕上げ

エンジンの中核的なコンポーネントにあたるクランクシャフトとカムシャフトの軸受け部は、研磨テープによる仕上げラッピングを行い、鏡面レベルまで研磨。摺動部のフリクションを徹底的に低減しました。



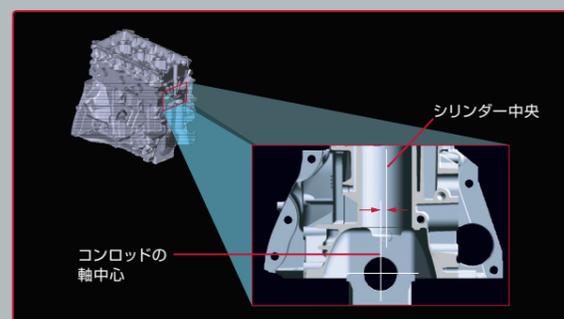
カムシャフト軸受け表面



クランクシャフトおよびカムシャフト

### オフセットシリンダー

シリンダーブロック内でピストンが降下する際、コンロッドの傾斜が原因でおこるフリクションを低減するため、HR/MRエンジンはシリンダーをオフセットして取り付けました。ピストンの往復運動をよりスムーズにすることで、高出力・高トルクと低燃費に寄与します。また、回転時にピストンが上部にいる時間が従来より長くなる(ピストンスピードが遅くなる)構造となるため、燃焼の爆発力を効率よく使うことができ、熱効率向上にも効果を発揮します。



オフセットシリンダー

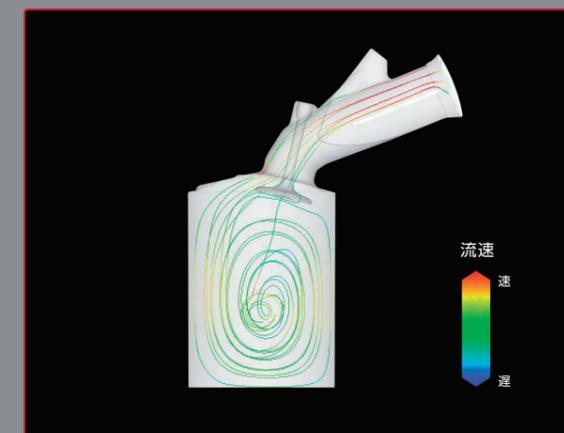
## 燃焼効率の向上

より効率の良い燃焼を実現するため、バルブやインジェクター、点火装置などへ様々な技術を投入しています。

### ダブルコントロールバルブ一体上巻樹脂インテークマニホールド

シリンダー内において燃焼が迅速かつ効率的に行われるためには、空気と燃料との混合を、より着火しやすい状態にすることが重要です。

HR/MRエンジンは、シリンダー内で混合気の燃焼が起きやすい縦渦(タンブル)の流れを発生させるタンブルコントロールバルブの性能を大幅に向上させるとともに、シリンダー内やピストン頭頂部の形状も、タンブルの旋回流を発生させる形状に加工。スタート時や暖気中などの燃焼が安定しにくい状態でも、混合気の燃料消費を適切に調整して低燃費を実現します。

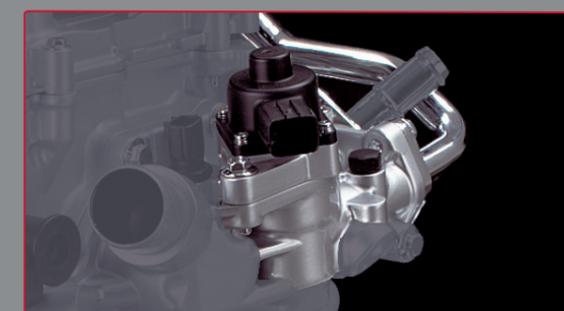


シリンダー内のタンブル流

### 大量EGRシステム

EGR(エキゾースト・ガス・リサーキュレーション)システムは、排気ガスの一部を吸気側に入れることにより、燃料消費を低減すると共に、NOxの排出量を減少させる排気ガスの再循環システムです。一度燃焼に使われた、混合気が再度シリンダー内に入ることによって、ポンプ損失(ポンピングロス)が減り、その分小さな燃焼エネルギーでエンジンを回転させることができます。

HR/MRエンジンは、タンブルコントロールバルブの改善をはじめとする燃焼効率の向上により、排気をより多く吸入することが可能となりました。より少ない燃料消費で、確実なパワーを発生させます。



EGRシステム

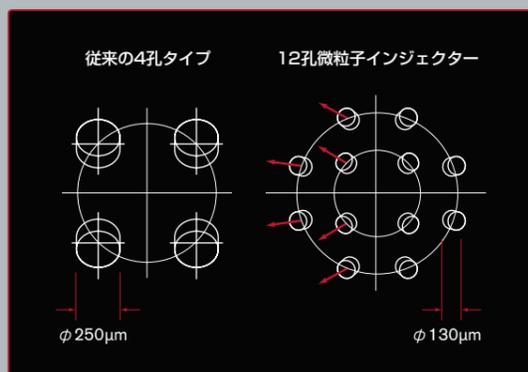
## 冷却効率の向上

燃焼室の冷却効率の向上を図ることで安定した燃焼を実現。高出力と低燃費の両立にも寄与します。

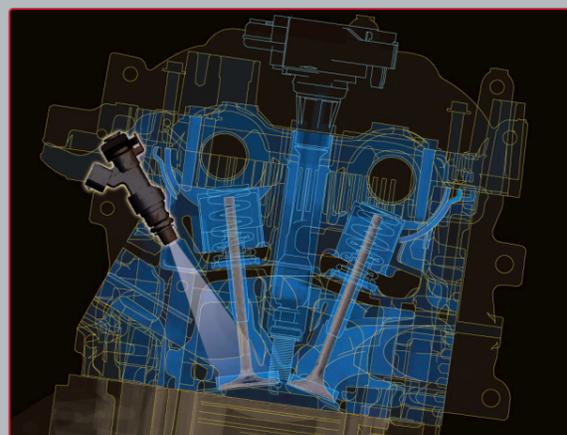
### 微粒化インジェクター

インジェクターから噴射される燃料の粒は、細かいほど空気とよく混ざって完全燃焼しやすく、炭水素(HC)の発生が低減します。

HR/MRエンジンでは、インジェクターのノズルプレートを従来の4孔(内径250 $\mu$ m)タイプから、12孔(内径130 $\mu$ m)にマルチホール化した微粒化インジェクターに変更。噴霧粒径を約40%縮小し、噴霧を広範囲へと拡散することで燃焼効率を高めています。



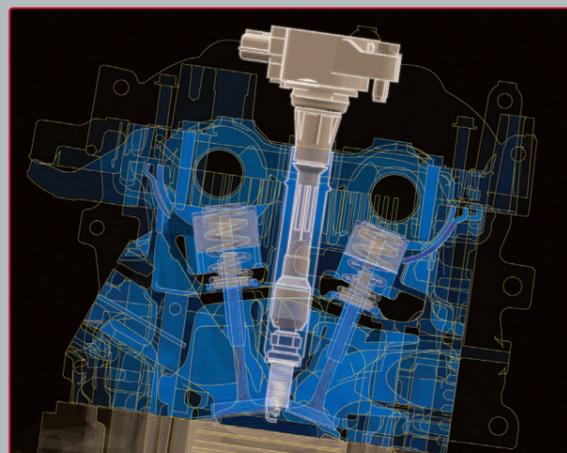
ノズルプレート (インジェクター先端)



微粒化インジェクター

### 長放電タイプイグニッションコイル

シリンダー内の混合気には、大量EGRシステムにより大量に排出ガスが送り込まれるため、着火性が低下します。これを解決するため、イグニッションコイルの放電時間を長くすることで着火性を向上。シリンダー内の混合気が不安定な状態でも、より効率的な燃焼を実現します。



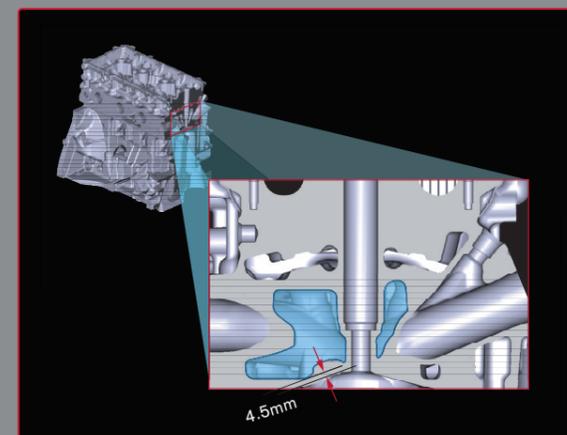
長放電タイプイグニッションコイル

### 燃焼室まわりのウォータージャケット\*の薄肉化

エンジンは冷却効率を向上させることで、高い圧縮比における燃焼でもノッキングの発生を防止します。

HR/MRエンジンでは、剛性強度を十分に保持しながら燃焼室周辺のウォータージャケットの肉厚を従来エンジン比でおよそ25%薄い、約4.5mmに薄肉化。ウォータージャケットの容量を拡大することで、冷却効率を向上させています。

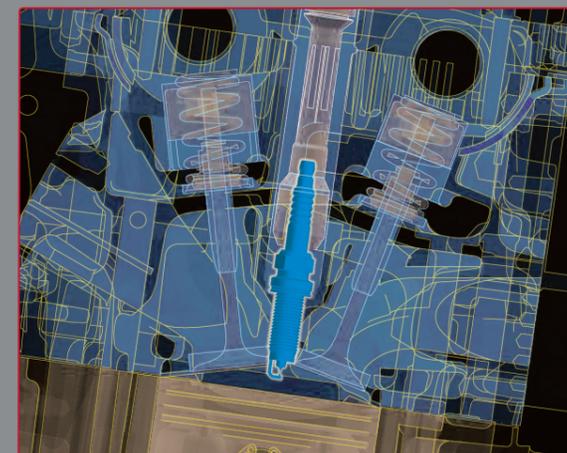
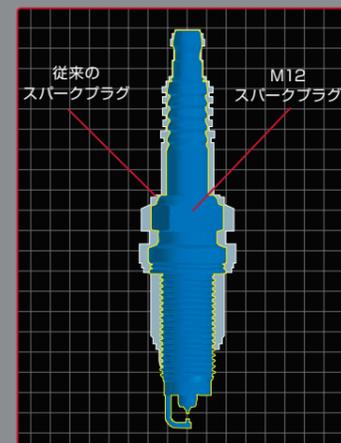
\*ウォータージャケット  
シリンダーブロックとシリンダーヘッド内部で冷却水を通す通路。燃焼で発生する大量な熱による部品の変形や焼け付きなどを防ぐとともに、適正な燃焼状態を維持します。



燃焼室まわりのウォータージャケット

### M12スパークプラグの採用

サイズ径の小さいM12スパークプラグを採用し、ウォータージャケットの、より自由なレイアウトを可能としています。これにより一層冷却効率を向上させています。



M12スパークプラグ

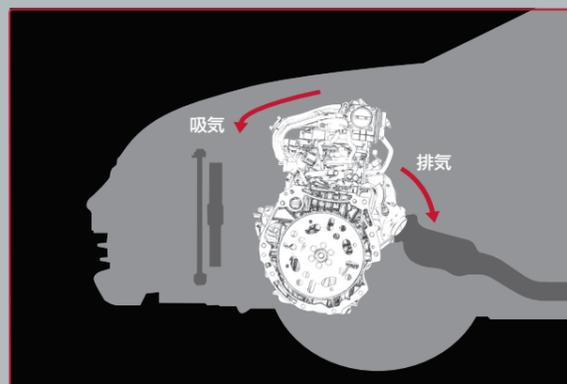
## 吸排気効率の向上

エンジンへの吸気・排気における空気抵抗にも着目、スムーズな空気の流れを実現することで低中速トルクを向上させています。

### 前方吸気／後方排気レイアウト

HR/MRエンジンは、エンジンの前方から空気を取り込み後方から排気を行います。このレイアウトの採用によって豊かな中・低速トルクを生み出すために有利な長い吸気管長と、スムーズな排気を両立。

ストレートな排気系は排気抵抗を低減するとともにコンパクトなパッケージングを実現しました。



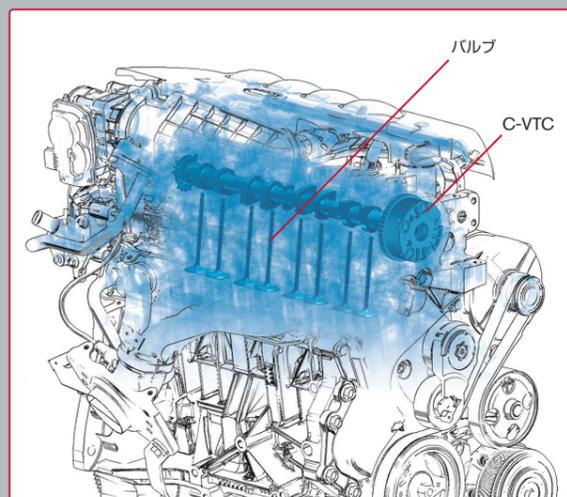
前方吸気・後方排気

### 連続可変バルブタイミングコントロール (C-VTC : Continuous Valve Timing Control)

C-VTCは、エンジン回転数やアクセル開度などに応じてバルブタイミングを可変させるシステムです。制御の見直しやシステムのフリクションの低減などにより、応答性をさらに高め、トルク特性を最適化しました。

バルブタイミングの制御においては、高回転域でのフラットなトルク特性を維持しながら、特に実用回転域の2000回転付近でのトルク向上を重視。例えばシリンダーヘッドへの吸気ガス流動が遅い実用域では、吸気バルブを早く閉じることで充填効率を向上させています。

また、システムの超薄型化を実現、エンジンの軽量・コンパクト化にも貢献しています。



連続可変バルブタイミングコントロール



トルク向上の効果

## 感性領域へと進化した音振技術

単に静粛性を高めるだけでなく、気持ちよい加速感を五感に伝える音であること。エンジン音の質に徹底的にこだわりました。

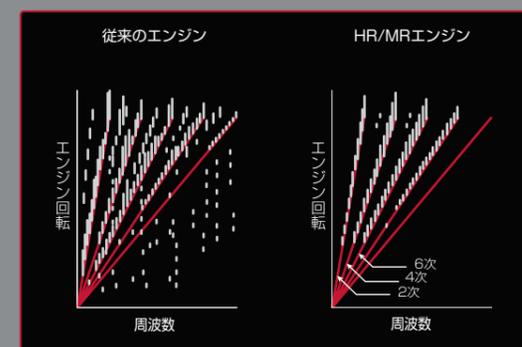
### 音響等長マニホールド

エンジン音に対する印象は、音量の大きさだけでなく音色やエンジン音に混ざる僅かな異音によって大きく左右されます。HR/MRエンジンはインテークマニホールドの4本のブランチの長さを、音響的に等長化。軽快で美しい音の成分だけを強調し、濁った音の成分を大幅に軽減させました。加速時にエンジンから聞こえる「ジャー」といった不快な音を低減し、軽快できれいなエンジン音を発生させます。

エンジン回転数の上昇とともに音圧が高まることで、気持ちよい加速感を音響的に演出します。



インテークマニホールド



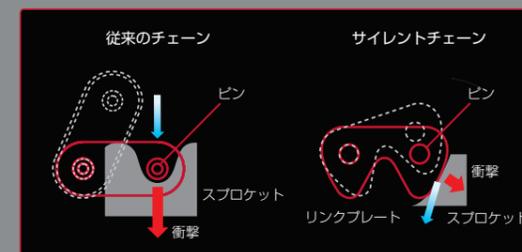
### サイレントチェーン

カムシャフトを駆動させるチェーンは、スプロケット(歯車)と高速で噛み合うため、チェーンに設けられたピンから衝撃音が発生します。

HR/MRエンジンは、ピンとは別の場所にスプロケットと噛み合う歯を持つサイレントチェーンを採用。衝撃音を抑え、静粛性を高めています。



サイレントチェーン

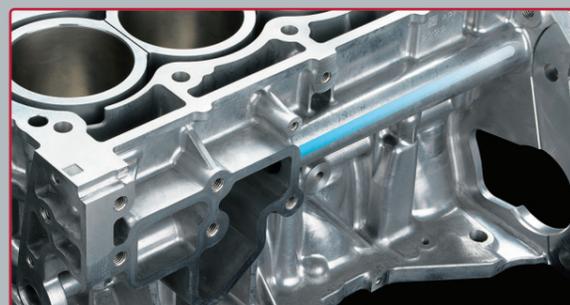


## 部品点数の削減による軽量化と信頼性の向上

燃費の向上に欠かせない軽量・コンパクト化のために、さまざまな革新技術を投入。  
従来エンジンに比べ、部品点数を約20%削減することで、信頼性と生産性を向上させました。

### 冷却水配管の内部通路化

冷却水の配管システムを全面的に見直し、ブロックヘッド内に冷却水の通路を設けました。外部に取り回される配管の少ないパイプレス構造とすることで部品点数を削減し、軽量化に貢献しています。



シリンダブロックにおける冷却水配管

### クラッキングコンロッド

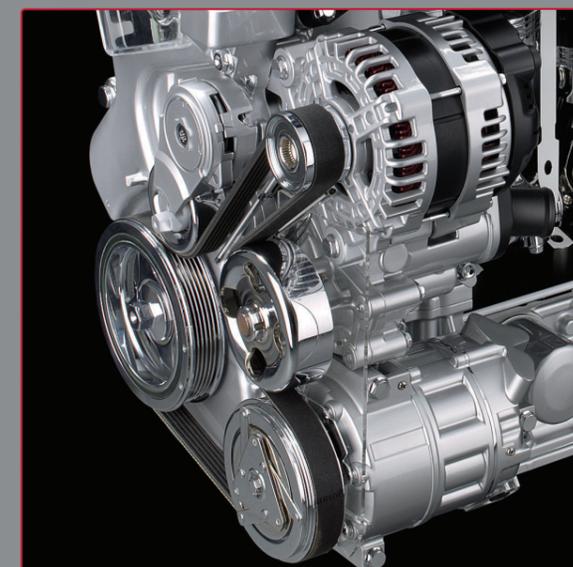
クラッキングコンロッドは一体成形による軽量なコンロッドです。  
従来のコンロッドでは、クランクシャフトを通す穴の部分から上下に分けた2つのパーツを用い、クランクシャフトと組み合わせたのち、両者を結合します。クラッキングコンロッドは、全体を一体で成型し、穴の部分から二つに部品を砕いて上下に割り(クラック)、再び結合させます。切断された不整形な断面が一致して結合するため、高い精度が得られる工法です。



クラッキングコンロッドとその破断面

### サーベントイン補機駆動

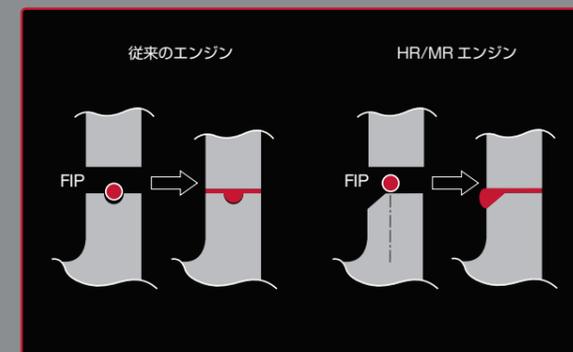
エアコンのコンプレッサー、パワーステアリングポンプ、オルタネーターなど、エンジンの回転によって作動する補機類を1本のベルトで駆動するサーベントイン補機駆動を採用。従来はクランクシャフトから別々に駆動していた補機の各プーリーを同一平面上に配置することで、エンジンの前後長を短縮。また、オートテンショナーの採用によりベルトへの負担を軽減、長寿命化を実現しています。



同一平面上に配置された補機のプーリー

### 高粘着FIPG + チャンファ形状

シリンダーヘッドやオイルパンなどに塗布するFIPG(液状ガスケット)の粘着性を向上させた高粘着FIPGを採用。エンジン内に均一な塗布状態をつくり、オイル漏れ防止に対する信頼性を高めています。また、結合部をFIPGが流れやすいチャンファ形状(隙間形状)とすることで、接着面からはみ出した余剰なガスケットが隙間を埋めるため、接着性が高まります。



高粘着 FIPG+チャンファ形状

**NISSAN**