

次世代125cc スクーター用 グローバルエンジン 技術説明資料



次世代125cc スクーター用 グローバルエンジン

| はじめに

Honda は、お客様の生活に役立つ商品の提供を目的に、創業間もない 1954 年に簡単な操作で運転のできる革新的なスクーター「ジュノオ K 型」を発売。

以降、Honda はスポーツを楽しむモーターサイクルとは一線を画し、カブタイプとともにコミューターの双壁として、生活に密着したスクーターを、常にお客様のニーズや各国の地域特性に合わせ、グローバルな視点で新たな市場を創出しながら、独自の価値観を提案し続けています。

また Honda は、『2020 年のビジョン』の方向性として「お客様の喜びを最大化する」とし、「良い商品を早く、安く、低炭素で実現する」と決めました。

さらに本年 6 月には、Honda の最重点課題である気候変動・エネルギー問題への対応として 2020 年に向けた CO₂ 低減目標を、「自由な移動の喜び」と「豊かで持続可能な社会」の実現に向け、“Blue Skies for Our Children”を「グローバル環境スローガン」として掲げました。

「お客様の喜びの最大化」とは、これらの環境課題を積極的に解決しながら、「世界の人々の暮らしを便利で楽しいものにする商品を提案し続ける姿勢」と定義し、創業以来の精神である、「商品とそこに込めた技術の思想をもって、世の中、そして人の役に立ちたい」、「Honda らしいユニークな発想で人々の暮らしを便利で楽しいものにしたい」という考えとを融合させ、お客様に感動していただける商品の開発と提供を目指しています。

現在、アジアや欧州を中心に 125cc～150cc 前後のスクーター市場が活況を呈しており、「喜びの創造」「喜びの拡大」、さらに「喜びを次世代へ」という見地から、将来に向けた持続可能な社会への貢献と、市場の活性化を目指すため、私たち開発チームは圧倒的な燃費性能を持ち高品位で次世代のベンチマークとなる、125cc スクーター用エンジンの開発に向けてベクトルを合わせました。

今後も Honda らしい、楽しく、便利で、世界中のお客様に感動していただける新技術を投入した新商品を、いち早く、お求めやすい価格でお客様にご提供し、加えて低炭素社会に貢献しながら、二輪市場を活性化できるように努力してまいります。

(株)本田技術研究所 二輪 R&D センター
次世代 125cc スクーター用グローバルスタンダード・エンジン

開発総責任者
KENICHI SUEDA

末田 健一



世界中のお客様に使っていただける水冷 125cc スクーター用エンジンを開発するにあたり、我々が考えたことは、全世界共通の課題である環境問題に対し、将来の低炭素社会を実現する圧倒的な燃費性能とともに、品質に裏打ちされた利便性の高いエンジンを搭載したスクーターを、より多くのお客様にご満足いただける価格で提供することでした。

Honda は、先に挙げた「グローバル環境ビジョン」で具体的に「全世界で販売する製品の CO₂ 排出量を 2000 年比で 30% 低減する」を目標とし、グローバル環境スローガンとして「Blue Skies for Our Children」と決めました。

このエンジンは主要各地域で販売される、125cc スクーターの核となる、グローバルエンジンであることから「子どもたちに青い空を残したい」という地球規模での夢の実現と、「市場を創造し、活性化させ、より多くのお客様に楽しく二輪車を使っていたきたい」「こんな二輪車があったらお客様にきっと喜んでいただける」という我々の思いと、たゆみない開発努力から生まれました。

今回は通勤に求められるジャストサイズな性能や機能さらに購入しやすい価格の実現を念頭に、日常の使い勝手、出力向上とともに、燃費性能に大きく寄与するフリクション低減を目的に、エンジン部品ならびに制御システムのすべてを見直し、技術者の知恵と魂を入れた言わば「一球入魂」の次世代のベンチマークとなるエンジンを目指しました。

■「子どもたちに青い空を残したい」地球規模での夢の実現



次世代125cc スクーター用 グローバルエンジン

| 開発のねらい

開発コンセプトは、従来の設計思想にとらわれず、ドラスティックな変革を念頭に置き、“新次元・超低燃費・高性能グローバルエンジンをより廉価に”提供することを目指して開発してきました。

このエンジンは前述の「グローバル環境ビジョン」の達成にはなくてはならない重要な位置付けのエンジンで、先進の二輪車用アイドルストップ・システムの搭載も可能としています。

このエンジンの最大の特徴は、智能化されたセルフスターターとダイナモ(発電機)兼用のモーターを用いることで、滑らかで静かな始動と、智能化された発電制御により発電時のフリクションを低減させ、燃費を向上させる機能を備えていることです。

この技術を搭載したエンジンを、世界中のより多くの方々へお届けすることで、「グローバル環境ビジョン」の2020年CO₂低減目標を達成し、「子どもたちに青い空を残す」という地球規模での夢の実現を目指しました。

さらに、二輪車が本来持つ機動力や省スペース性はもとより、卓越した燃費性能など地球環境とお客様の経済性を考慮したチャレンジに加え、初心者やベテランを問わず享受していただける優れた実用性や扱いやすさなどに開発チームの思いを込めています。

このエンジンは、次代を見据えた環境対応型のグローバルスタンダード・エンジンとなるべく、世界各国それぞれのお客様の使われ方を徹底的に解析したもので、開発要件を ①価格 ②燃費 ③実用性と定め、以下の目標を掲げました。

- ・性能や品質を向上させながら、軽量・コンパクトで低コストエンジン
- ・低燃費を実現させた、環境対応型の水冷・単気筒・125cc アイドリングストップ・エンジン
- ・実用性を重視した出力特性や高い耐久性を実現させ、静粛性など上質感を兼ね備えたエンジン

すなわち、従来の単気筒エンジンの経済性や扱いやすさの利点をより向上させ、スクーターとして軽快でありながらも、常用回転域でトルクフルな出力特性を目指した軽量・コンパクトなエンジンを新たに開発しました。

このエンジンを搭載したスクーターが、世界中のお客様の生活の足やレジャーの最良のパートナーとしてご愛顧いただければ、開発責任者としてこの上ない喜びです。

(株)本田技術研究所 二輪 R&D センター
次世代 125cc スクーター用グローバルスタンダード・エンジン

開発者
RYUJI TSUCHIYA

土 粒 二



次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

| エンジンの特徴

●ACG スターターシステム (アイドリングストップ・システム)

Honda は、1999 年 6 月、日本国内向けのスクーター「ジョルノ クレア」に量産二輪車では世界初のアイドリングストップ・システムを採用した水冷・4 ストローク・50cc エンジンを搭載。

その後、このシステムを進化させ、125cc 用として新たに開発された ACG スターターを搭載することなどにより、静粛性の高いエンジン始動を実現しました。

また、アイドリングストップ後の再発進に際しては即座に、かつスムーズにエンジンが再始動するための技術として、エンジン停止後、再始動しやすいようクランクを最適な位置に戻す、スイングバックを電子制御で行うとともに、始動時の圧縮圧力によるクランキング抵抗をデコンプ(減圧)機構によって低減させています(特許登録中)。

■1999 年 ジョルノ クレア



次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

| エンジンの特徴

●ローラータイプロッカーアーム

ロッカーアームを支持するシャフトには、耐久性にも配慮したシェル型ニードルベアリングを採用しています(特許出願中)。これにより、動弁系のフリクションの低減を実現しています。

また、ローラーサイズの小型・軽量化による動弁系の慣性マス低減に見合ったカムプロフィールと、バルブスプリング荷重の低減によっても、フリクションロスの低減を実現しています。

■ロッカーアーム



■シリンダーヘッド部 エンジンカットモデル



●コンパクトな燃焼室と吸気ポート

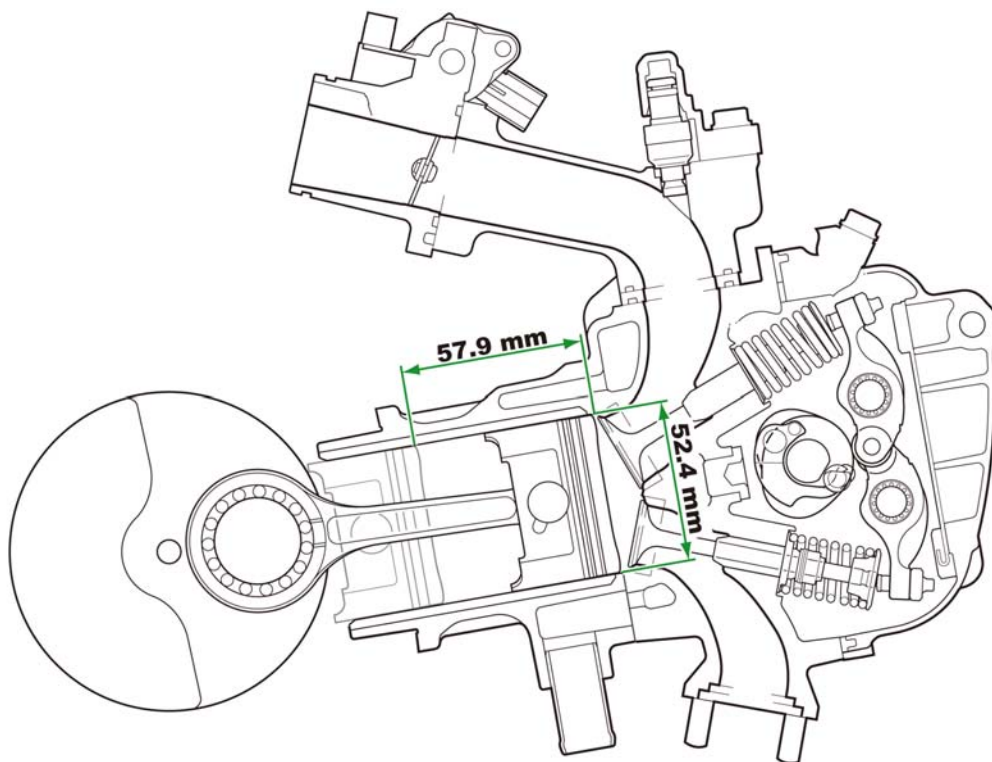
125ccスクーターの実用域のトルク特性を重視したエンジンとなるよう、燃焼速度や冷却性を考慮したコンパクトな燃焼室設計としました。

さらに、吸気ポートと燃焼室のつながりを、混合気の流れを阻害しないようスムーズな形状とした新設計の吸気ポートにより、スロットルが低開度な領域でも吸気ポート内の流速を上げ、低・中速域からのスロットルのレスポンスを向上させています。

また、プラグと対向する位置にあるスキッシュによって、発生した混合気の流れによる燃焼速度の上昇とともに、効率的に燃焼室を冷却するウォータージャケットや高効率のラジエーターなどによるノッキングタフネスの向上によって、MBT*に近い、より最適な点火時期の設定が可能となりました。このことは出力向上とともに燃費向上にも大きく寄与しています。

※ : Minimum advance for the Best Torque : トルクが最も大きくなる点火時期に対する最小点火進角

■吸・排気ポート形状断面図



次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

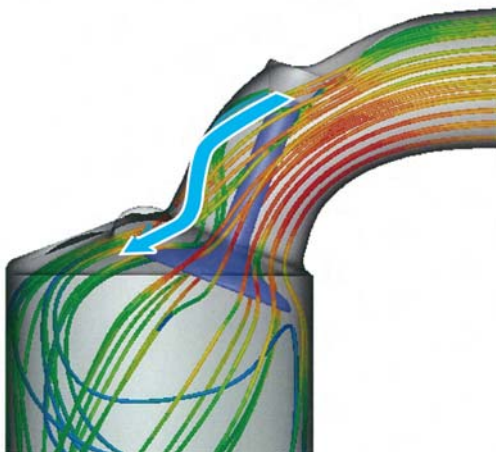
| エンジンの特徴

■ 燃焼室周辺部 エンジンカットモデル

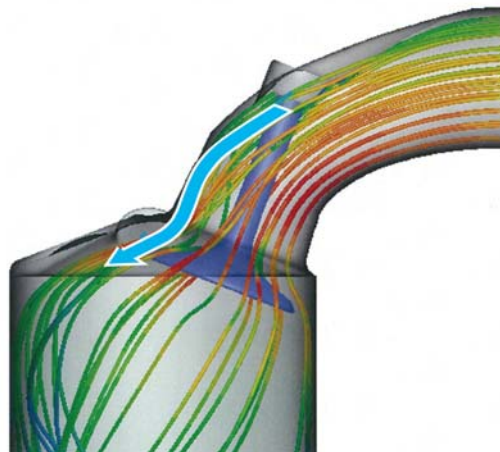


■ 吸入ポート 流速比較イメージ

従来ポート



新ポート形状



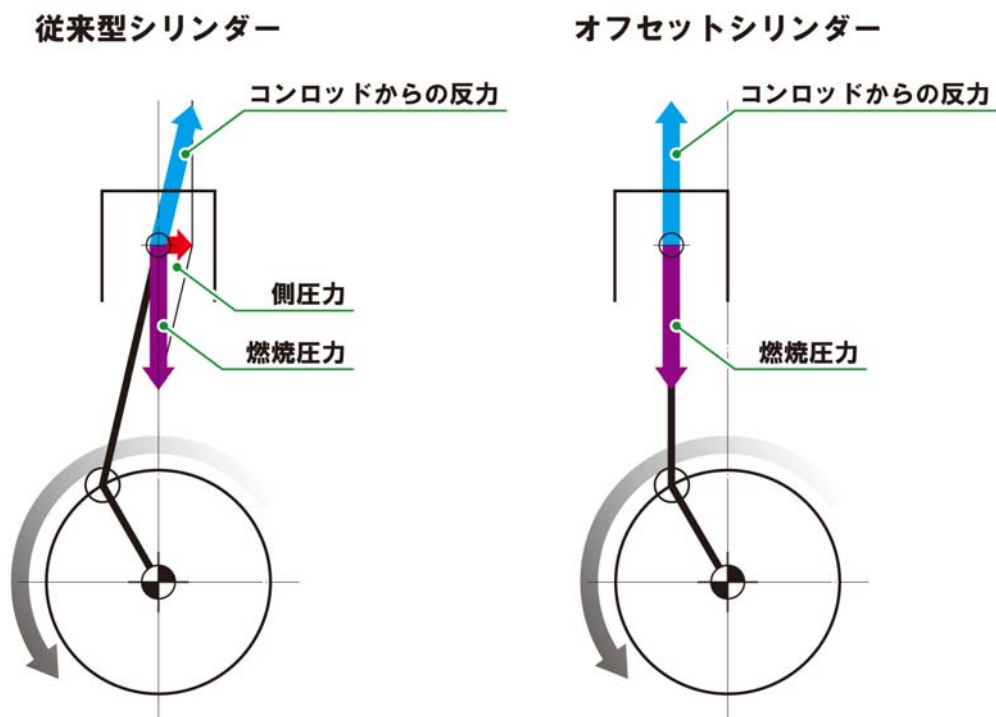
●オフセットシリンダー＋スパイニースリーブ

燃費向上のため、ピストンとシリンダーの摺動によるフリクションを低減させることで、爆発力を効率的にクランクに伝えるオフセットシリンダーを採用しています。

そのシリンダーのスリーブには、ブローバイガスやオイル消費を低減させるために、小径ボアのエンジンとしては PCX で初採用された鋳鉄スリーブの外表面に細かな突起処理を施し、冷却性の向上や運転中のシリンダーおよびボア内径のゆがみを低減するスパイニースリーブを継承。また本エンジンでは、遠心鋳造によるスリーブのさらなる均一化と薄肉化による軽量化を実現しました。

このことにより、運転中のボア内径がより真円(真円度 70%向上、円筒度 40%向上)に近づくことにより、ピストンリングの低張力化も可能となり、オフセットシリンダーとあいまって、さらなるフリクションロスも低減されました。

■オフセットシリンダー概念図



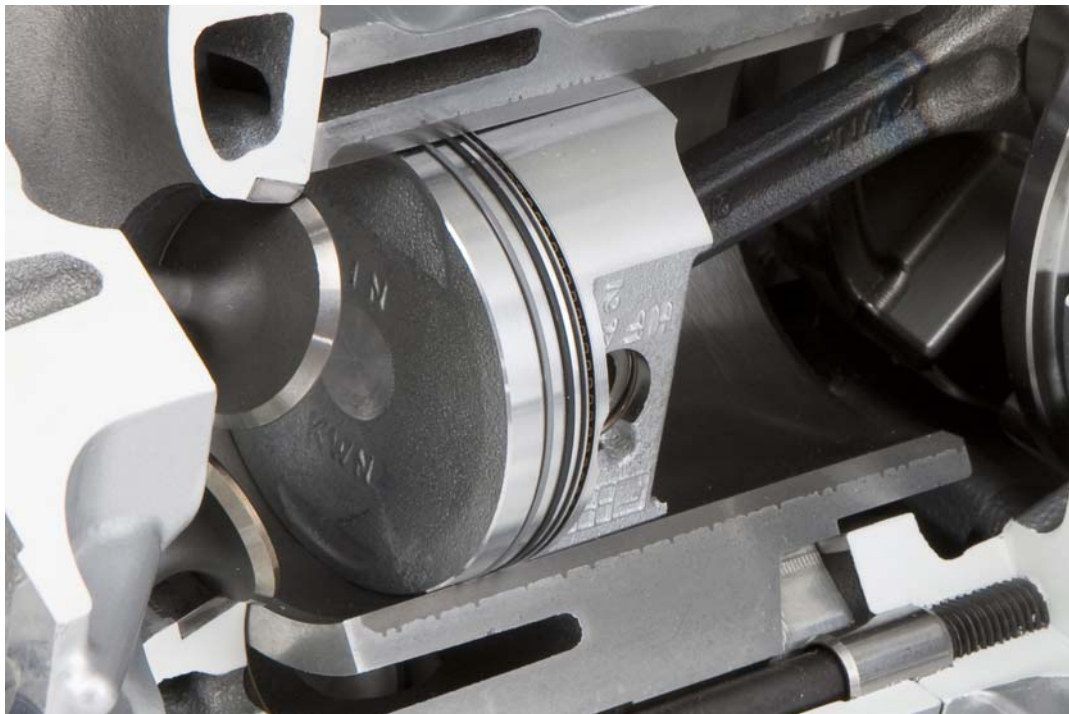
次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

| エンジンの特徴

■スパイニースリーブ



■シリンダー部 エンジンカットモデル



次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

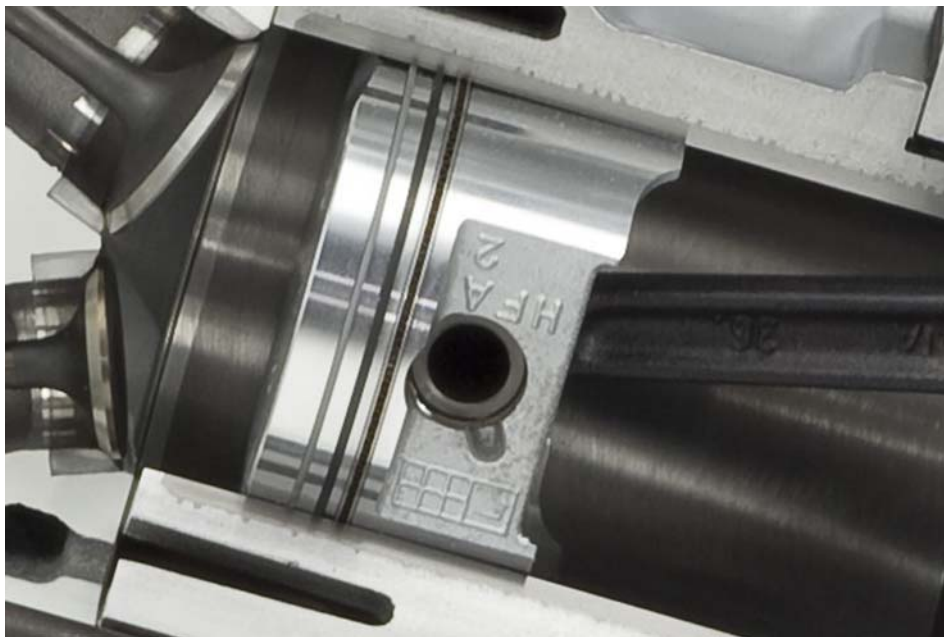
| エンジンの特徴

●軽量なピストン

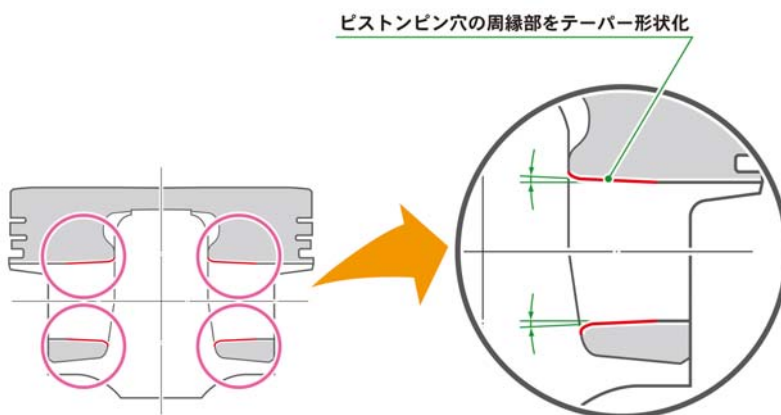
俊敏なスロットルレスポンスの実現と単気筒特有のエンジン振動を低減するため、ピストンなど往復運動部の徹底的な重量軽減を図っています。

特にピストンは CAE 解析による形状の最適化とともに、応力を分散させるためにピストンピン穴の周縁部をテーパ形状とし、鉄部品であるピストンピンは小径・ショートタイプとすることで、効率的に重量低減を図っています。

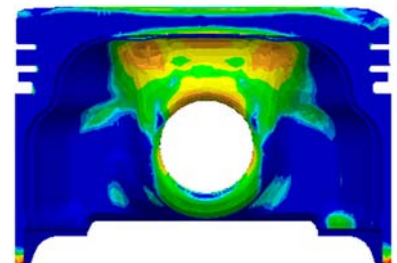
■ピストン部 エンジンカットモデル



■ピストン断面図



■ピストン CAE 解析図



●クランクシャフトの高剛性化

ピストンとコンロッドを介し爆発荷重を受けるクランクシャフトを支持する新設計の軸受けベアリングを採用することで、クランクケース軸受け部分の高剛性化とコンパクトなレイアウトを両立させています。

また、クランクシャフトの高剛性化とともに、静粛性を向上させるため、荷重を支えるクランクケースには、軸受けベアリングとのはめ合い部分に鑄込まれる鑄鉄製ブッシュの形状を最適化。エンジンの冷間時～熱間時の温度変化によって生じるベアリングとの隙間を精密にコントロールすることで、高い静粛性を実現しています。

■クランクシャフト部 エンジンカットモデル

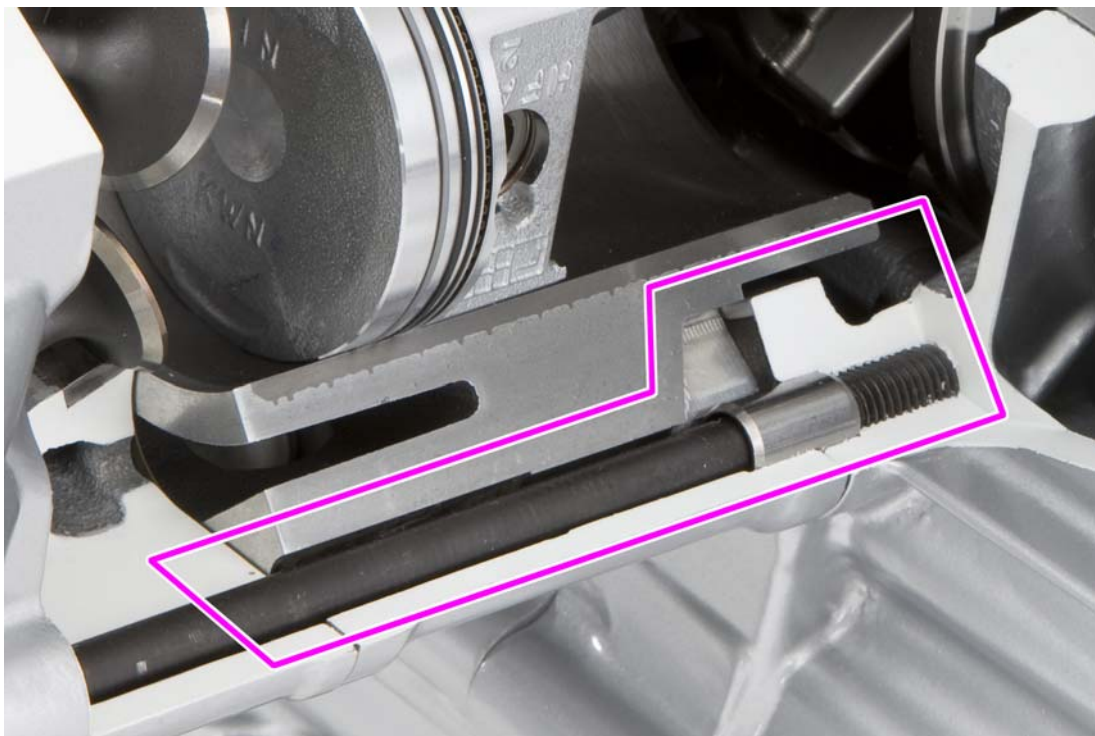
●ブリーザー機構（クランクケース等）

通常の単気筒のスクーターエンジンはカムチェーン室が、シリンダーヘッドからのオイルを戻す通路となると同時にブリーザー通路としても機能していますが、このエンジンではより高い実用性を目指し、カムチェーン室とは反対側に第二のブリーザー通路を設け、車体の傾斜に対するブリーザー機能のタフネス性を向上させています。しかし、この通路からオイルがクランクケースに戻りクランクシャフトなどの回転物に接触すると、オイル攪拌によるフリクションが増えることが考えられます。

そこで、余分なオイル攪拌ロスを防ぐため、この第二のブリーザー通路は、オイルの戻し通路とはせず、空気だけがクランクケースとシリンダーヘッド間を行き来するように工夫した配置にしています（特許出願中）。

その結果、オイル攪拌ロスの抑制を図りながら、実用性の高い小型・軽量エンジンを実現しました。

また、前述のスパイニスリーブの採用によるオイル消費量低減に伴い、エンジンオイル量の削減が可能となりました。このことで、クランクシャフトやオイルポンプ、カムチェーンなどの回転物などによるオイル攪拌ロスを少なくし、フリクションロス低減に寄与しています。

■ブリーザー通路部 エンジンカットモデル

●冷却系 <ビルトイン水冷システム>

一般的にスクーターは構造上、エンジンが後輪とともにサスペンションを介して上下動するため、スクーターのエンジンを水冷化する場合、ラジエーターや冷却水配管などの配置が車体のスペース確保上の制約となっていました。

1996年6月、日本で発売した「ジョルノ クレア」のエンジンは、右外側に一体化のラジエーターを装備し、さらにその内側に取り付けられた冷却ファンによる冷却風導入で効果的に冷却を行うビルトイン水冷システムを採用しました。このように、エンジンとラジエーターを一体化とすることで、冷却系とエンジンのコンパクト化にも寄与しています。

今回、このビルトイン水冷システムを踏襲することで、冷却システムを含めたエンジン単体を軽量・コンパクトなものとしています。

さらに、省スペース化のためラジエーターには冷却効率の高いコア(現行PCX比約1.5倍)を採用しました。これにより、ラジエーター背面にある冷却ファンの小型・軽量化とともに、フリクションロス(摩擦損失)を約30%低減し、燃費向上を図っています。また、より高い冷却性能を実現するため、ラジエーターを通過した後の冷却風を、クランクケース背面から後方に効率よく排風する構造としています。

また、スリムなエンジン幅を実現するために従来同様、オイルポンプは幅狭化されたクランクケースを大型化することなくクランクケースに内蔵するとともに、水ポンプはシリンダーヘッド側面のカムシャフトの軸上に配置しています。

■ビルトイン水冷システム エンジンカットモデル

●V ベルト式無段変速機構 <V マチック>

力強い発進からのスムーズな加速と、高回転域まで余裕のある走りを実現するため、ワイドレシオのVベルト式無段変速機構<V マチック>を採用。スロットル低開度のパーシャル領域から全開時の高負荷領域まで効率よくエンジン出力を後輪に伝えています。ドライブベルトには、新開発の高弾性ゴムを採用し、耐久性とともに効率よく駆動力を伝達しています。

ドライブ側のプーリーには、高剛性なアルミフェースを採用し、フェース上にあるV マチック冷却フィン形状最適化による冷却性向上とともに回転による空気攪拌抵抗を低減することで、フリクション低減を図っています。

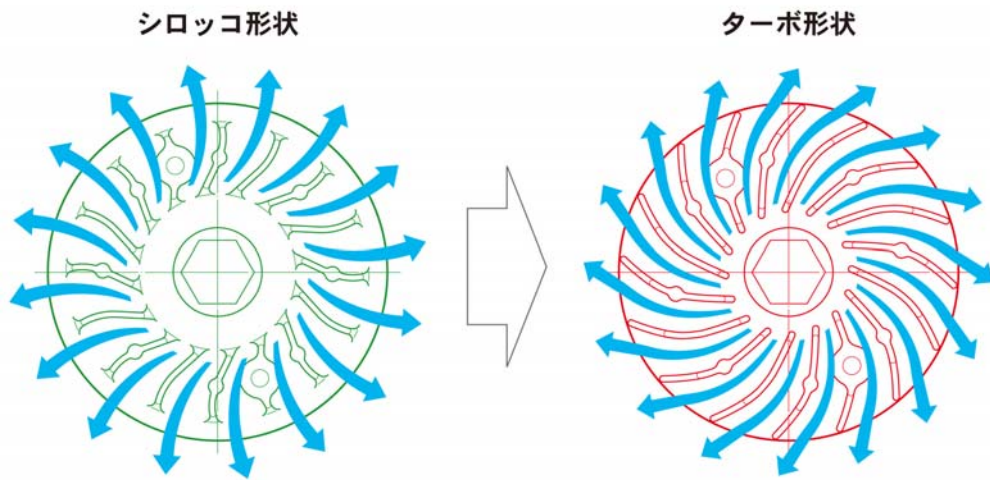
また、フェースの溶接部には、従来のPCXと同様にリングマッシュ溶接を採用し、溶接時の入熱によるフェースの変形を抑え、より高精度なフェースの接合が可能となり、ワイドレシオのV マチックとあいまって伝達効率の向上に寄与しています。

さらに、ドリブン側のプーリーは、トルクカム角度とスプリング荷重の最適化によりベルトにかかる側圧を低減。ベルト伝達効率のさらなる向上とともに、パーシャル領域でのエンジン回転数を低めに設定することで、静粛かつ低燃費を実現しています。

■V ベルト式無段変速機構<V マチック> エンジンカットモデル



■冷却フィン形状比較



●ミッション

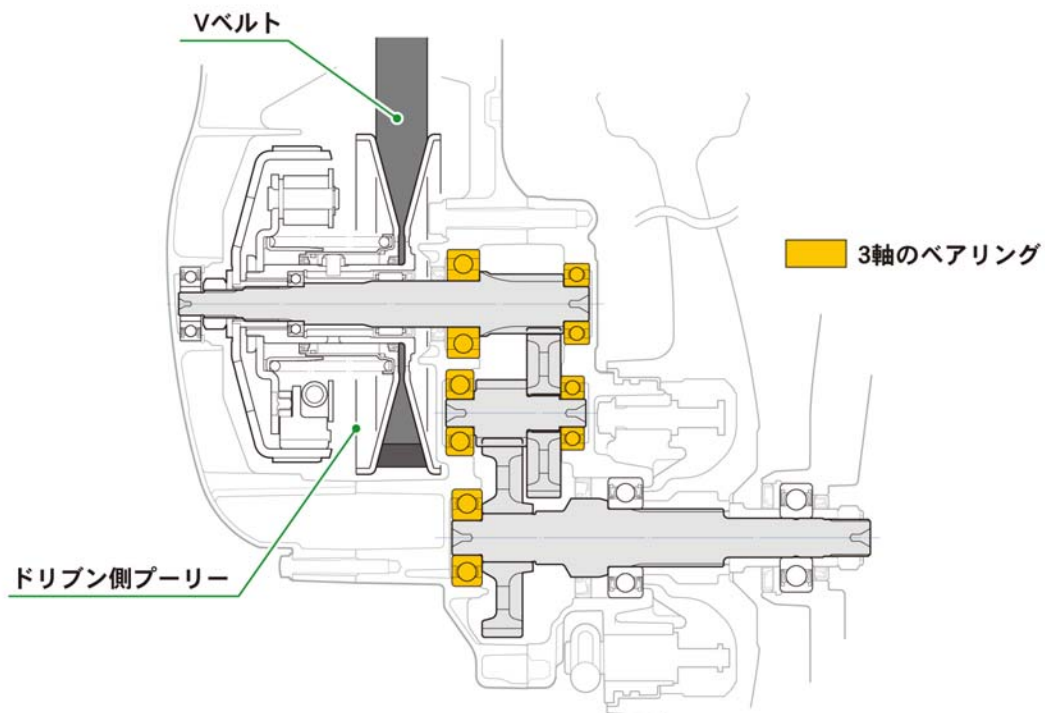
ミッションは従来モデル同様、静粛性に優れたヘリカルギアを採用していますが、ヘリカルギアでは避けられない、軸方向のスラスト荷重によるフリクションを低減するため、各部軸受けベアリングの最適化を実施。

エンジンの回転はVベルト式無段変速機で変速された後、さらに3軸のギアで減速され、後輪に伝達されますが、これら3軸のベアリングはそれぞれの負荷荷重に合わせ、最適な設計がされています。これにより、ベアリング内部の転がり抵抗の削減によるフリクションロスを現行エンジンと比較して、約20%低減(50km/h 走行時)させています。

また、エンジンオイルと同様、ミッションオイルの攪拌ロス低減を図るため、ミッション室内に配置された各部のリップ形状の最適化により、オイル量を25%低減しています。

これにより、ベアリング類の潤滑を維持させながら、ギアの回転によるオイル攪拌ロスを低減し、低燃費化を図りました(特許出願中)。

■ミッション部 断面構造図



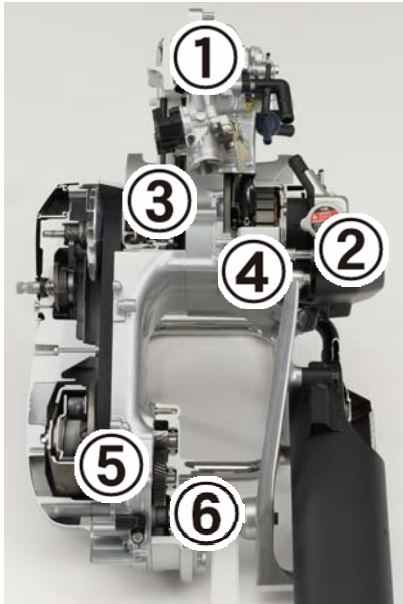
次世代125cc スクーター用
グローバルエンジン

| エンジンの特徴

■ミッション部 エンジンカットモデル



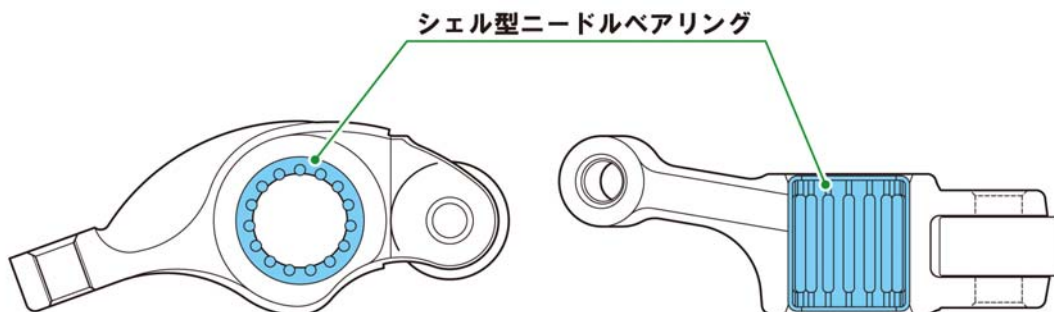
クラストップの低燃費と高い実用性を両立させた、9件の最新特許技術を導入しています(特許出願中)。



- ① ロッカーアーム
- ② ラジエーターカバー
- ③ プリージング構造
- ④ ACG スターター
- ⑤ Vベルト式無段変速機ドリブン軸受けベアリングのシール構造
- ⑥ ミッションケースの潤滑構造

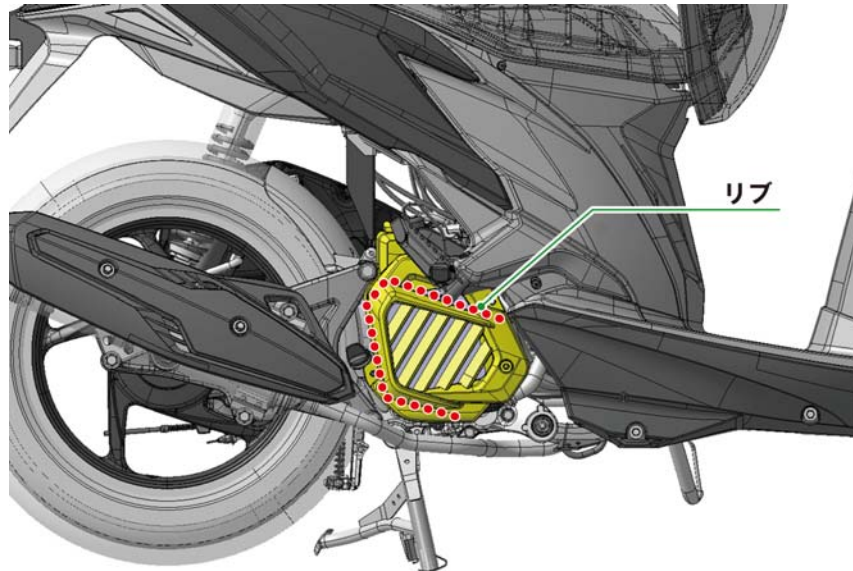
①ロッカーアーム

ロッカーアームシャフトにシェル型ニードルベアリングを採用し、かつアームは慣性モーメントの最小化を図れる形状とするなど、動弁系のフリクション低減と慣性マス低減を徹底させ、低燃費エンジン実現に寄与しました。



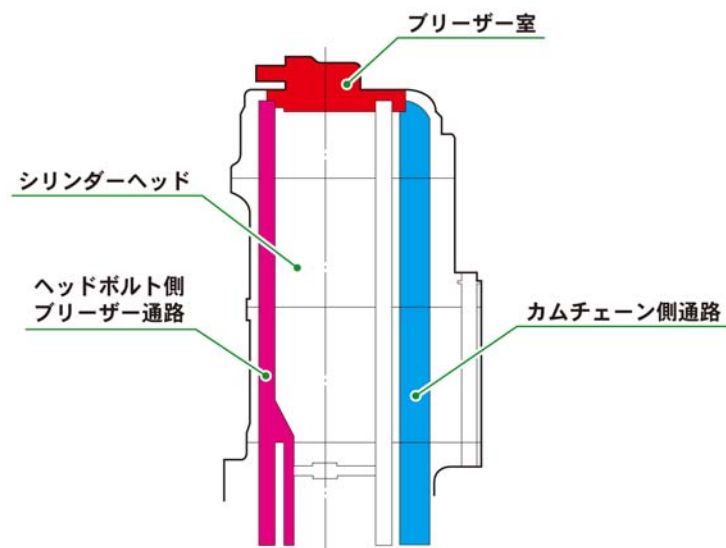
②ラジエーターカバー

ラジエーターカバーには、前方に開く逆コの字形状のリブを冷却空気吸入口を囲うように配置しました。ステップフロア下部のカバーによって導かれた走行風を効率よく取り込むことができ、ラジエーターの冷却効率をさらに向上させました。



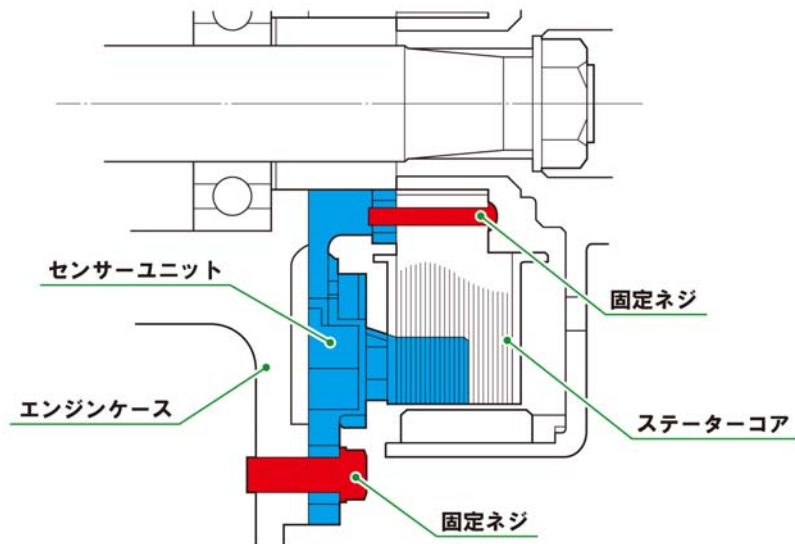
③ブリージング構造

カムチェーン室側のブリージング通路に加え、カムチェーン室の反対側に第二のブリーザー通路を設けました。エンジンの左右にブリーザー通路を設けることにより、車体傾斜に対するタフネス性を向上させています。また、第二のブリーザー通路は、オイルを通さず、空気だけを通す通路とする配置の工夫がされており、オイル攪拌ロスを増やさず、実用性の高い小型軽量エンジンを実現させました。



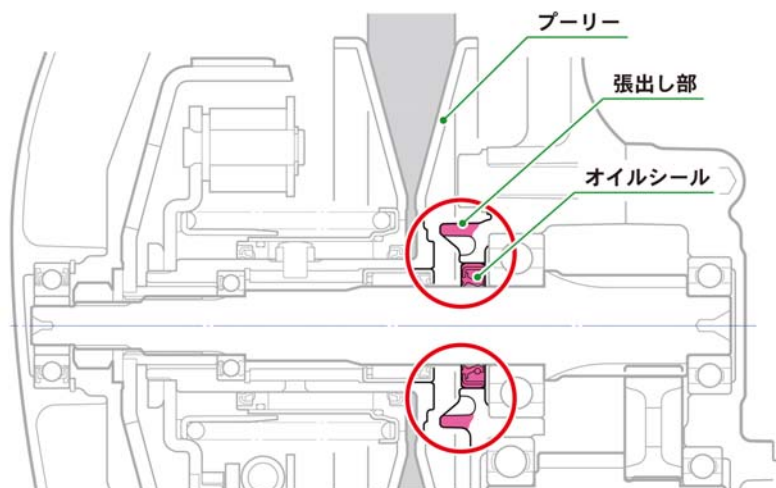
④ACG スターター（株式会社ミツバ様と共願）

アウターローターの回転を検知する固定センサーユニットをコンパクト化し、ステーターコアとエンジンケース2ヵ所でしっかりと固定しました。検出精度向上により、始動性がさらに向上しました。



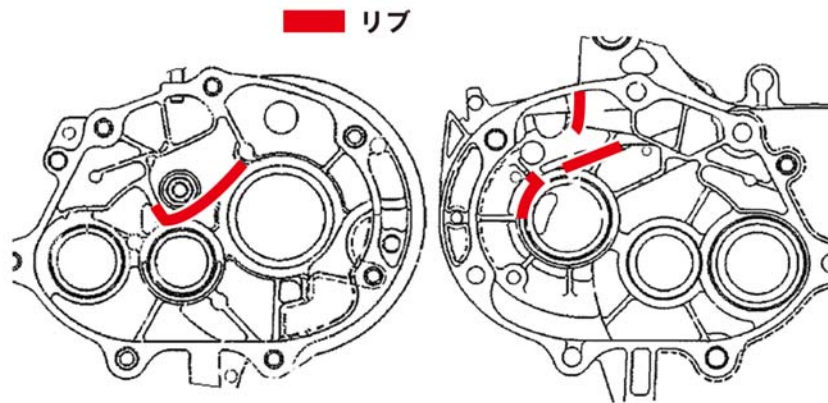
⑤Vベルト式無段変速機ドリブン軸受けベアリングのシール構造

ベアリングのオイルシール部外周に、プーリー側に張り出すリブを配置しました。プーリーとリブによりラビリンス構造を形成し、オイルシールのゴミ付着防御性をさらに高めました。



⑥ミッションケースの潤滑構造

ミッションケース内にギアとギアシャフト部にオイルを導くリブを設置することで、オイルを効率よく導入できるようにしました。その結果、ミッションオイル容量も少なくすることができ、オイル攪拌によるフリクションを低減することができました。

**●燃料噴射装置（2件）**

クランクシャフトの角速度変動から行程判別とエンジンの負荷状況判断を行い、空燃比学習制御によりスロットルマップを常に適正にする燃料噴射制御を行っています。天候や気圧などの環境変化への適応性も高く、多数のセンサー類を必要とした従来の装置に対し、軽量化に加え廉価な燃料噴射装置の提供が可能となりました。