



Abstract

Principally in North America, the ROV (Recreational Off-Highway Vehicle) market enjoys high demand with its wide range of uses from agricultural and dairy farming work to recreational uses such as hunting and trail driving, as well as for sports driving and racing. Demand is expected to increase further in the future. To cover this wide range of uses, since 2013 Yamaha Motor has developed and launched the VIKING, the WOLVERINE, and the YXZ series of models. The WOLVERINE, which is a model mainly targeted for recreational use, follows the 4-seater WOLVERINE X4 equipped with a 2-cylinder 847 cm³ engine (see Yamaha Motor Technical Report No. 53 2018 model ROV WOLVERINE X4). The model lineup has been expanded by introducing the two-seater 2019 model WOLVERINE X2 with a dump bed structure.

Here, as a high-end model, we introduce the simultaneously developed WOLVERINE RMAX2/RMAX4 (hereinafter referred to as this model) equipped with a 2-cylinder 999 cm³ engine for enjoyment driving in a range of areas more comfortably and with greater confidence.

1 はじめに

ROV (Recreational Off-Highway Vehicle) 市場は北米を中心に、農業／酪農などの業務用途からハンティングやトレール走行などのレクリエーション、そしてスポーツ、レースまで幅広い用途と高い需要があり、今後も伸長していくことが予想される。それらの広範囲な用途をカバーするために、2013年から「VIKING/WOLVERINE/YXZ シリーズ」を開発、市場導入してきた。

レクリエーション用途をメインターゲットとしたモデルである「WOLVERINE」は、2気筒847cm³エンジンを搭載した4人乗り「WOLVERINE X4」(ヤマハ発動機技報No.53 2018年モデル

ROV WOLVERINE X4参照)に続いて、ダンプベッド構造を持った2人乗り2019年モデル「WOLVERINE X2」を導入しモデルラインナップを拡充してきた。

今回、上位モデルとして、さらに快適に、自信をもって様々なエリアでの走行を楽しんでいただけるように、2気筒999cm³エンジンを搭載した「WOLVERINE RMAX2/RMAX4」(以下、本モデル)を同時開発したので、ここに紹介する。

2 開発の狙い

本モデルのコンセプトである“Most Exciting Recreation Versatile Machine”(「RMAX2」)、“Highest luxury and excit-

ing shared trail riding experience”(「RMAX4」)の具現化に向けて、下記3項目を主要な狙いと定めた。

1. カテゴリーを越えた圧倒的な走破性の実現
2. 高い走破性を予感させ一目で YAMAHA だと分かるスタイリング
3. 快適装備と洗練されたコックピット

3 開発の取り組み

前述の開発の狙いを達成するための主な取り組みとして下記3項目を行った。

- (1) 2気筒999cm³エンジンとワイドレシオ CVT トランスミッションの新規開発
- (2) 「WolverineX2/X4」(以下、「X2/X4」)プラットフォーム拡張シャーシに新設計前後サスペンションと大径タイヤ採用
- (3) インテリア、エクステリアの一新

3-1. パワートレイン概要

グループ走行時に仲間をリードできるパワー感と極低速走行時の十分な駆動力を確保するため、水冷4ストローク999cm³並列2気筒エンジン、および CVT トランスミッション、前後ファイナルギアの新規開発をした。

基本レイアウトは「X2/X4」に搭載した847cm³並列2気筒エンジン(以下847cm³エンジン)を踏襲し、「X2/X4」プラットフォーム拡張シャーシへ搭載するため、コンパクト設計と走行性能向上に伴う衝撃入力増加への対応を行った(図1)。

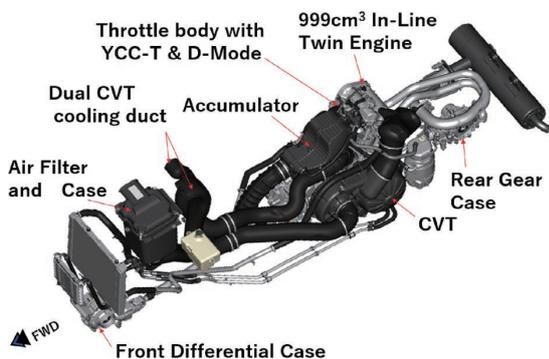


図1 エンジン/駆動系/吸・排気系レイアウト

3-1-1. 新設計2気筒エンジン

オープンエリアでの高速走行性能とロックセクションでの極低速走行の両立のため、クラストップのピーク性能および扱いやすい中低速トルク特性を目指した。ボア93.0mm、ストローク

73.5mm、圧縮比11.2とし、バルブタイミング、吸排気管長の最適化により狙いである性能特性を実現した。結果として、エンジン最高出力は847cm³、エンジンに対して56%向上した(図2)。

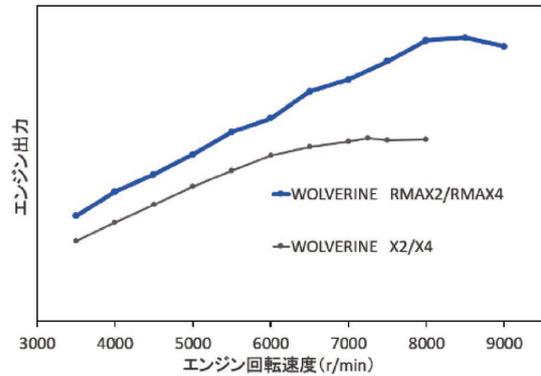


図2 出力カーブ

様々な走行シーンにおいてドライバーの意図に応じた車両挙動の実現のため、設計段階でエンジンレスポンス向上への取り組みを行った。吸入空気量向上のため、各部の経路拡大、スロットルボディに連結されたアキュムレーターの容量を増やした。また、インテークマニホールドをヘッドシリンダへのボルトオン構造とし、スロットルバルブ下流の容積低減を図った。さらに、クランク軸上の慣性マス低減のため、新摩擦材採用によりクラッチの小径化を実現した。

エンジンサイズは、ショートストローク化、カムチェーンラインのクランク軸方向位置の見直しを行い、全幅は847cm³エンジン同等に抑え、全高は短縮した(図3)。

また、アクセサリ追加対応のため、ACM(発電機)ローター径はそのままで、発電性能は11%向上させた。

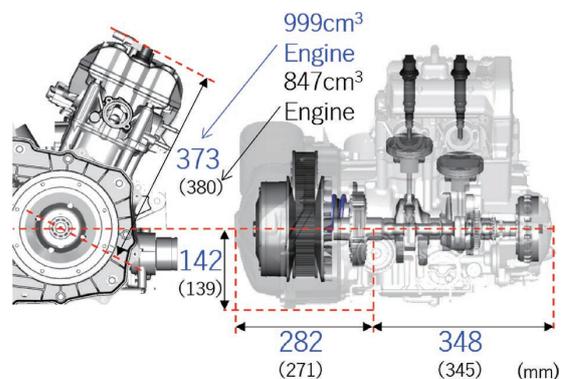


図3 エンジンサイズ

3-1-2. トランスミッション

ATV(All Terrain Vehicle: 四輪バギー)、ROVにて実績のあるウルトラマチックトランスミッション(全速度域で滑らかな走行とエンジンブレーキの作動を可能とする駆動、変速システム)構造を踏襲しながら、以下の対応を行った。

トランスミッションケースは、「X2/X4」と共用することでコンパクト性を維持し、各ギアはモジュール、歯幅、熱処理の変更、ベアリングのラージボール化などの諸元変更による耐久性向上を図った。

CVTは、加速性能と最高速の両立のため、ワイドレシオ化(「X2/X4」比23%向上)した。CVT室冷却用に完全独立した2本の吸気ダクトを設けることで、ベルト冷却性能を高めて耐久性を担保し、ベルト軸間距離は「X2/X4」と同等とすることでコンパクト化に貢献した。

3-1-3. 前後ファイナルギアケース

前(フロント)ファイナルギアケースは、衝撃入力増加対応のため、入力軸を支えるハウジングベアリングの材質をアルミニウムから鋳鉄へ変更した。また、デファレンシャルギアヘシヨットピーニングを追加、ケースは強度向上のため再設計した。

新設計の後(リア)ファイナルギアケースは、高強度かつコンパクト化のため、リングギアは当社二輪製品で実績があるハイポイドギアを採用した。また、ドライブピニオンギアは、当社マリンエンジンで実績のある高強度材および熱処理を採用した(図4)。

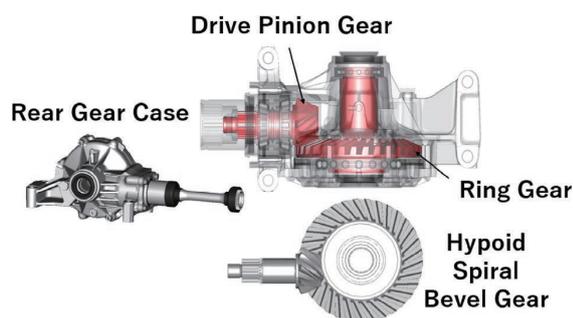


図4 後(リア)ファイナルギアケース

3-2. 車体概要

走破性・快適性の目標達成のため、「WolverineX2/X4」のプラットフォームを活用しつつ、各コンポーネントの見直しを行った。結果として高次元で“Proven off-road”を達成し、お客さまがより過酷なオフロードで冒険を楽しめる車両となった。

3-2-1. フレーム構造

フレームは、フロント、ミドル、リアの3部構成となっており、フロントクリップは新作し、スタイリングの差別化を図りながらタイヤを大径化かつロングホイールトラベルを達成した。ミドルとリアは「X2/X4」を流用かつ極力部品共通化を図り、投資低減に貢献した(図5)。

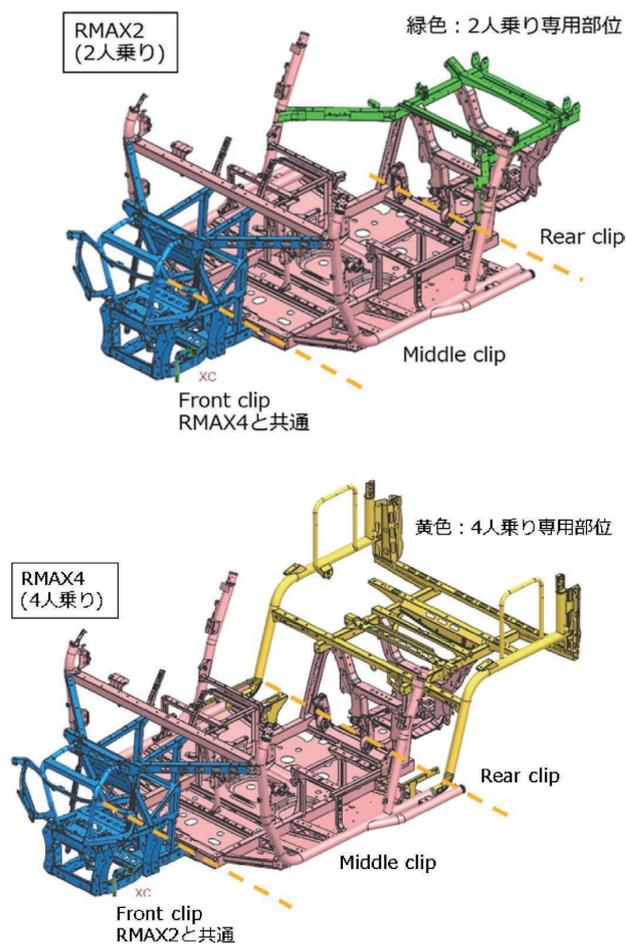


図5 フレーム構造

3-2-2. フロントサスペンション

基本構造はこれまでの当社 ROV 同様のダブルウィッシュボーンを採用し、狙いとする車格に合わせてアームなどの各部品を新設計した。またフロントフレームの新作も行い、大径タイヤに対応しつつホイールトラベル(361mm(14.2 in))も満足する仕様を達成した。

フロントサスペンション、ステアリング周りは RMAX2/RMAX4 で部品を共通化し、投資低減に貢献している。

3-2-3. リアサスペンション

フロント同様に基本構造はダブルウィッシュボーンを採用し

ているが、アームは「RMAX2/4」それぞれの車格に合わせて新作している。

リア用等速ジョイントには揺動角を現行比+30% (40°)したCVJ(Constant Velocity Joint:等速ジョイント)を採用した。かつリアギヤケースの全幅を極力抑えることで、目標のトレッド幅を維持しつつ、ロングホイールトラベル(「RMAX2」:430mm(16.9 in)/「RMAX4」:338mm(13.3 in))を達成した。

3-2-4. LE 用ショックアブソーバー

上位バリエーションの Limited Edition(「LE」)のショックアブソーバーには FOX 社製 iQS(Intelligent Quick Switch)を標準装備とし、ROVとしては他社も含めて初採用した。キャビン内のスイッチにより乗車したままでの減衰切り替えを可能とし、ユーザーの利便性を向上させた(図6)。



図6 iQS 用切替スイッチ

3-2-5. ユーザーインターフェースの進化

「RMAX」では、「X2/X4」ではアクセサリ設定のみであった「Adventure Pro」(インフォテインメントシステム)を工場装着とし、ダッシュボード内にインテグレートされた搭載ができる様にしたことで、質感を向上させている。脱着が可能で鍵も付いており盗難防止にも配慮している(図7)。

駆動モードや灯火器の切替スイッチはノブ形状および文字盤を一新した。上位バリエーション(「XTR」および「LE」)は文字盤が光る仕様で、夜間の走行時でもスイッチ位置を分かりやすくしている(図8)。

パッセンジャーアシストグリップは、95mmの範囲でレバー操作で簡単に多段の調整が可能であり、幅広い体格に合わせてられる(図9)。

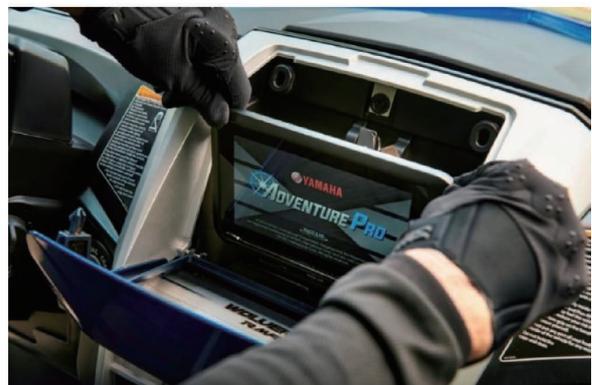


図7 ダッシュボードにインテグレートされた Adventure Pro



図8 各切替スイッチ



図9 多段階調整のパッセンジャーアシストグリップ

3-2-6. D-MODE

走行するシーンに応じて、最適なエンジン応答性を実現するため、アクセル開度に対するスロットル開度の特性を3種から選択できる機能(D-MODE)を搭載した(図10)。

走行シーンとしては大きく3つに大別でき、さらに、各シーンで求められるエンジン応答性が異なるため、それぞれ最も使用頻度が高いアクセル開度領域において、ドライバーが操作しやすく、自信をもって走行できるスロットル開度特性を作り込んだ。

Sport-MODEでは、オープンエリアでの走行を想定し、素早い応答性を実現するとともに、高開度でのコントロール性を向上させた。Trail-MODEでは、森林などのタイトコースを想定し、よく使用される中開度の分解能を上げ、中開度での操作性を向上した。Crawl-MODEでは、大きな岩場など極低速での低開度を多用する場面を想定し、滑らかな応答性を実現するとともに、低開度での操作性の向上を図っている。その結果、岩場での繊細な操作を実現可能とし、進みたい方向へ噛みしめるように進むことを容易にした。それにより、ビギナーでも難易度の高い場所での走行を可能とした。



図10 手で切替可能な D-MODE スイッチ

3-3. スタイリング

3-3-1. スタイリングの狙い

人の情報は80%以上が目から入ると言われている中で、一目でYAMAHAだとわかるスタイリングであることが重要なポイントだと考える。また、車両性能の目的や当社初の1000cm³レクリエーションカテゴリーへの参入に込めた思いを伝えることを使命と考えた。それを最もよく表しているのがフロント周りである。YAMAHAのシンボルである“Evil Eyes”を表現したツインLEDマーカーライト、ラジエターグリル中央に誇らしげに座る特大の音叉マーク、一体感のあるフロントバンパーなどを「Y」の字を描くように配置することで、アグレッシブで迫力ある存在感を表現した(図11)。また全体としても、造形と機能が融

合し、ユーザーが期待するパワフルな走りを、スタイリングで可視化することができた。



図11 スタイリングと機能が融合したフロント周り

また、本モデルコンセプトである“Highest luxury and exciting shared trail riding experience”を実現すべく、“High-Class Cockpit”と“Armor-Tough Details”をKeywordに、外装だけでなく内装の素材や仕上げにもこだわった。機能性だけでなく、高級感や上質感を感じさせるキャビンを実現した(図12)。



図12 所有感を満たす質感の高いインテリア

3-3-2. スタイリングプロセスの改革

本開発では、2Dスケッチやクレイモデルを使用せず、3Dスケッチという、直感的にアイデアを立体可視化する独自の手法と最先端デジタルツールでの評価を導入し、デザインプロセスのデジタル化変革を行った。開発初期の企画段階から3Dスケッチの3Dデータを用いて、タイヤクリアランス、部品レイアウトや空力特性などの検討を実施したことで、車両機能とスタイリングの両立を高次元かつ短期間で実現した。スタイリング確認と評価には、3Dプリンター部品を活用した実物大モデルを用いた。さらに、現実世界に3Dデータを実寸で浮かび上

せる Mixed-Reality (複合現実) カメラ技術を導入したことで、アイデアの比較評価をする際に、実物サイズでの可視化／評価を低コストで実現した(図13)。上記手法により、スタイリング開発期間50%減、経費80%減を達成し当社独自の早期可視化プロセスを確立できた。



図13 MRカメラを使った外観評価

3-3-3. ヘッドライト & マーカーライト

ヘッドライトはLEDで新作、当社ROVでは初となるLoとHiでモジュール(Lo:モノフォーカス/Hi:リフレクター)を分ける構成とし、今後のモデルのスタイリング変更に対応しやすい構造とした。またYAMAHAのシンボルである“Evil Eyes”を表現するために、これまでのヤマハROVには無いLEDマーカーライトを新作した(図14)。



図14 ヘッドライト(下)とマーカーライト(上)

4 おわりに

当社PF・パワートレインユニット、RV開発陣をはじめ、YMMC (Yamaha Motor Manufacturing Corporation)開発陣、YMUS (Yamaha Motor Corporation, U.S.A.) Design Centerとの協働により、US市場調査、現地テストを実施するとともに、新たなスタイリングプロセスの導入にも取り組んだ。その結果、快適に、自信をもって Outdoor Adventure を楽しんでいただける

高い走破性をもった商品を開発することができた。

今後も進化を重ねることで、お客さまの期待を超え、ROV市場の成長に貢献できる商品となるよう開発を継続していく。

今後の新製品および改良モデルに期待をしていただきたい。

■ 著者



杉浦 利一
Toshikazu Sugiura
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
OV 開発部



野口 浩裕
Hiro Noguchi
クリエイティブ本部
イノベーション・デザイン G



江島 誠
Makoto Eshima
パワートレインユニット
パワートレイン開発統括部
第2PT 開発部



中村 信一郎
Shinichiro Nakamura
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
OV 開発部



日高 史博
Fumihiko Hidaka
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
OV 開発部