

杉浦利一 林智之 上江洩純司 Andrew Schwab



Abstract

Principally in North America, the ROV (Recreational Off-Highway Vehicle) market enjoys high demand with its wide range of uses from agricultural and farming work to recreational uses such as hunting and trail driving, as well as for sports and racing. Stable market growth is expected in the future. To cover this wide range of uses, Yamaha Motor has developed and launched the VIKING III, the VIKING VI, the WOLVERINE, and the YXZ1000R models.

Among the above uses, the respective manufacturers have been releasing new models which can accommodate multiple passengers to satisfy recreational demand for enjoying trail driving with friends and family. To meet the expectations of customers in the recreational segment - a field Yamaha Motor specializes in - we developed the WOLVERINE X4 4-seater recreational model, which is described in this report.

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、今後も安定した成長が見込まれている。それら広範囲な用途をカバーするために、VIKING III、VIKING VI、WOLVERINE、YXZ1000Rを開発、市場導入してきた。

上記用途の中、レクリエーションにおいて、家族や友人とトレール走行を楽しみたいという需要に応えるため、各メーカーから多人数乗り新モデルが投入されている。ヤマハの得意領域であるレクリエーションを楽しむお客様の期待に応えるため、4人乗りレクリエーションモデル「WOLVERINE X4」(以下、本モデル)を開発したので、ここに紹介する。

2 開発の狙い

多様なレクリエーション用途に対応すること、加えてお客様に家族、友人とのOutdoor Adventure体験を共有し、楽しんでいただくため、下記3項目を主要なねらいとした。

- 1) 走破性: タイトトレールでの高い走破性と扱いやすさ
- 2) 快適性: 会話が楽しめ、大人4人が1日中乗車できる快適性
- 3) 利便性: 荷物置きにもなる可動式2列目シートとお客様ごとの多様なニーズに応えるヤマハ純正アクセサリパーツ対応

3 開発の取り組み

3-1. エンジン / 駆動系

ヤマハ初の4人乗りレクリエーション ROV 用として、下記を目標に水冷4ストローク847 cm³ 並列2気筒エンジン

と CVT トランスミッションの新規開発を進めた。

- 走破性：低中速を重視した扱いやすい滑らかな出力特性と 4 人乗車でも余裕のある駆動力
- 快適性：クラス No.1 の静粛性と低振動
- 信頼性：過酷なオフロード走行における高い信頼性

本モデルはこれらの目標を達成し、車両としてタイトレールでの走破性を向上するため、4 人乗り車両でありながら、コンパクトな車体サイズであることが求められた。エンジンとトランスミッションは別体構造とし、連結構造体を介して締結する構造とした（図 1）。これによりレイアウトの自由度が高まり、トランスミッションを 1 列目シート間に、エンジンを 2 列目シート間にバランス良くおさめるレイアウトを実現した（図 2）。また、上記レイアウト採用により、今後のプラットフォーム展開を容易にすることも実現している。

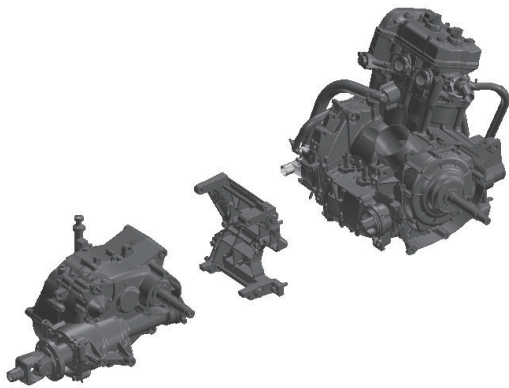


図1 連結構造



図2 エンジン／駆動系／吸・排気系レイアウト

3-1-1. エンジン

• 性能特性

タイトレールでの扱いやすさ、低中速を重視した滑らかな出力特性を狙い、エンジンは MT-07 などヤマハモーターサイクルで定評のある並列 2 気筒 270 度位相クランクを採用し、ストローク／ボア比 =0.98（ボア 82.0mm、ストローク 80.2mm）とした。目標とした低回転から力強くフラットなトルク特性は、上記 270 度位相クランク、ロングストローク化に加えて、オフセットシリンダーやカムプロフィール、バルブタイミング、吸排気管長等の最適化等により実現した（図 3）。

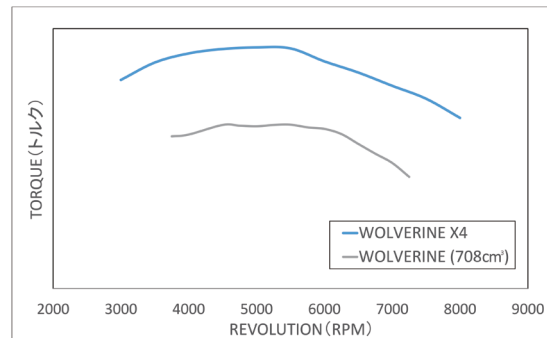
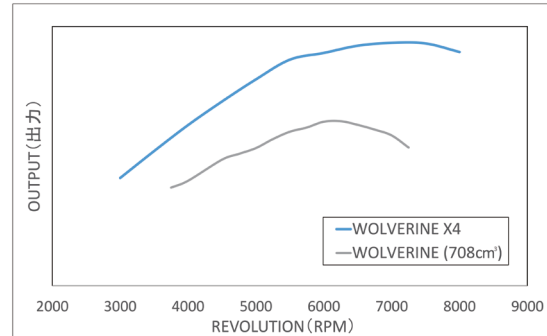


図3 出力／トルクカーブ

• 低振動

鍛造ピストン採用による往復物質量の低減、アイドル回転数の低回転化（ $1,300\text{min}^{-1}$ ）、270 度位相クランク+1 軸 バランサー構成と後述するエンジンマウント構造とのマッチングにより、クラストップレベルの低振動を達成した（図 4）。

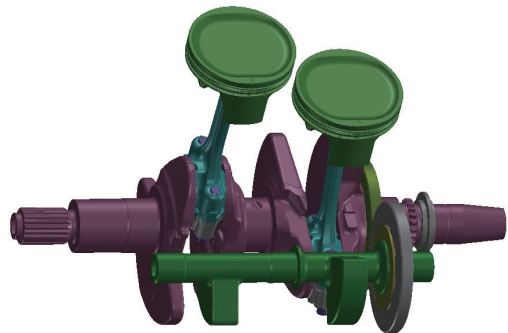


図4 270度位相クランク+1軸バランサー、鍛造ピストン

• コンパクト化と信頼性

潤滑構造には、エンジン下部にオイル溜まりをもたないドライサンプ構造を採用した。ヤマハスノーモビルのエンジンで培ったノウハウを生かしてオイルポンプはスカベンジロータ 2 個、フィードロータ 1 個の 3 ローター一体構造とし、ブローバイガスの分離機能は別体のオイルタンクに集約した。これにより、ROV 特有の前後左右の厳しい傾斜特性においても安定したエンジン油圧を確保しながら、クランク軸からエ

エンジン下部までの距離を短縮、ロングストローク化によるエンジン全高上昇を解消し、コンパクト化を実現した（図5）。

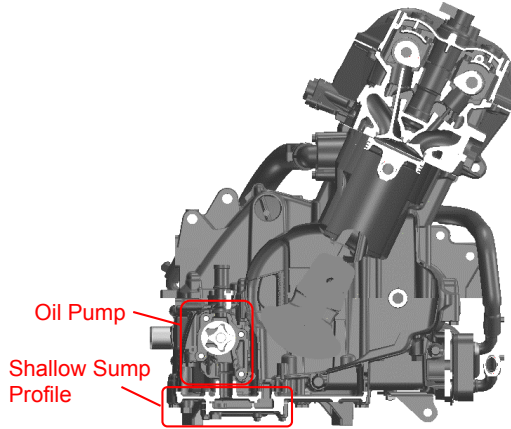


図5 コンパクトなエンジンを実現したドライサンプ構造

3-1-2. トランスミッション

ATV、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、4人乗り時の十分な駆動力確保と伝達トルク増加に対応するため、トランスミッションを新開発した。

・駆動力

トレールでの登坂走行において十分な駆動力を発揮すること、および障害物の乗り越しや牽引等の実用用途においてより力強い駆動力を得るため、従来の2人乗りモデルに対しHighレンジで+6%、Lowレンジで+30% 総減速比を変更した。エンジン最大トルク47%向上と合わせて走破性および余裕度の向上に貢献している。

・信頼性

伝達トルク増加に対応するため、発進用の大径サイズ遠心式クラッチ、高強度の前後ファイナルギヤを新規開発した。CVTベルトにはスノーモビルで実績のある高強度材料の採用、CVTプライマリおよびセカンダリーシープの大径化、ベルト室冷却性能の向上等により、市場において定評のあるヤマハウルトラマチックトランスミッションの信頼性を実現した。

3-1-3. クラスNo.1の静粛性の実現

・エンジン、トランスファーケース

ヘッドシリンダーカムチェーン室、エンジンサイドカバーや

クランクケース、トランスファーケースなどあらゆる箇所の放射面剛性を高めることでエンジンから発生するメカノイズの低減を図った。

・マフラ

4室反転膨張構造の7.4L大容量マフラの採用により、270度位相クランクの小気味のよいパルス感と、静粛性を両立した。

・エアクリーナ/アキュムレータ/吸気ダクト

エアクリーナは11.5L、アキュムレータは9.2Lの大容量とし、吸気ダクトも加えた全部品の壁面剛性を徹底的に高めることにより、さらなる吸気音低減に貢献した。

・トランスミッションギヤ、前後ファイナルギヤ

HIレンジ、LOレンジ、ミドルギヤにはす歯ギヤ、ミドルベベルギヤ、フロントデフ、リアギヤにスパイラルベベルギヤを採用することで、ギヤの噛み合い音低減をねらった。

3-2. 車体概要

本モデルのねらいを具現化するため、コンパクトな車体ながら、大人4人が快適に座れる車内空間パッケージングを実現した。新規エンジンに合わせて開発したフレームおよび主要コンポーネント部品は、次世代プラットフォームとして、展開が予定されているモデルの要件も考慮し、開発を行った（図6、図7）。

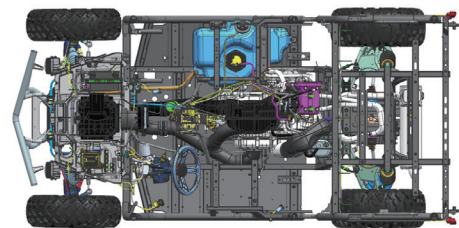


図6 主要部品の車体レイアウト



図7 コンパクトながら、大人4人が乗車できる車体

3-2-1. 車体サイズ・レイアウト

タイトトレールでの走破性を確保するため、全長は現行 WOLVERINE(2人乗り)に対し+130mmの3100mm、ホイールベースは+35mmの2100mmにとどめ、タイヤ外幅は△約40mmの約1500mmにおさめた。

このコンパクトな車体と、大人4人が快適に乗ることができる居住性を両立するために、シートレイアウトは前後2座席列とし、エンジンおよび補機類はセンターコンソール内におさめる等の部品レイアウトを実施した。

また、2列目の着座位置を1列目に対し100mm上方へ設置したことにより、座席下の部品レイアウト効率を高めるだけでなく、快適な後席乗員空間と、良好な前方視界にも寄与している(図8、9)。

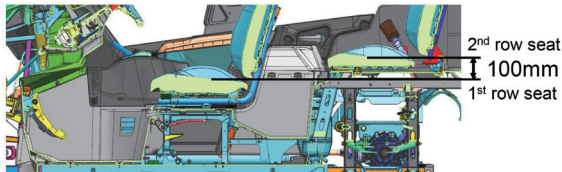


図8 快適な2列目の足元空間



図9 2列目から良好な視認性

3-2-2. フレーム構成

本モデルのフレームは、レクリエーション ROV の次世代プラットフォームとすべく開発した。モデルの要求機能を、Clip と呼ばれるモジュールの組み合わせで作り上げる3モジュール構造により、同一ラインで複数のフレームを溶接できる柔軟性を確保し、合わせて溶接ライン構成の汎用性向上や、溶接自動化率向上の製造要件も織り込んだ(図10)。

3-2-3. 走行性能

ドライサンプ方式のエンジンを車両中央に設置し、マスの集中化・重心位置の最適化による運動性能の向上を図った(図11、12)。

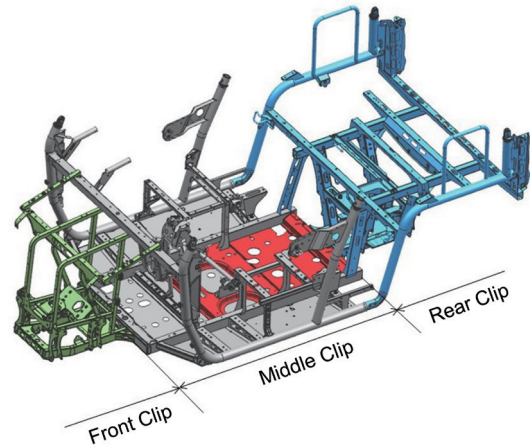


図10 モジュール構造のフレーム

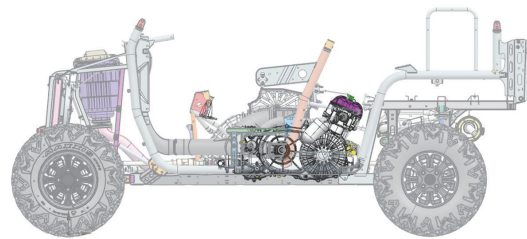


図11 車両中央にレイアウトされたエンジン

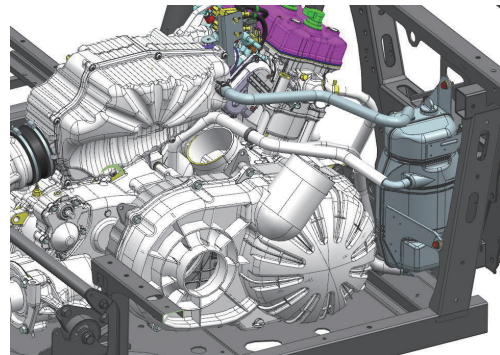


図12 別体オイルタンクによるドライサンプ化

操舵系には電動パワーステアリングを標準装備し、アライメント変化の少ないジオメトリと組み合わせることによって、ヤマハ・ハンドリングを具現化し、ショートホイールベース化による4.5mの最小回転半径も相まって、タイトトレールにおいても意のままに操れるハンドリングを実現した。

サスペンションは、前後とも路面追従性の高いダブルウィッシュボーン方式の採用に加え、アームにはスタビライザーを装着し、様々な走行路面における良好なハンドリングに寄与している。

ショックアブソーバーは、フロント側はプリロード調整機能付き低圧ガスクッション、リヤ側はヤマハ ROV 初のセルフベリング機能付きのガスクッションを採用した。積載負荷により、最大58mmストロークが無積載状態まで自動復元する

ことで、多人数乗車時においても悪路走行性能を確保している。

3-2-4. 車体低騒音・低振動技術

クルージング走行での静粛性を確保するため、前述のエンジン低騒音技術のほか、エアクリーナおよび CVT ダクト吸入口をキャビンから離れたフード内で開口、耳音騒音の低減を図った。エンジンおよび補記類からの通過音を抑制するために、センターコンソール内側に吸音材を設置し、内装部品の隙間はゴム部品等でシールすることで静粛性を確保した。

低振動化には、傾斜角度およびせん断／圧縮方向のばね定数を最適化した新規開発エンジンマウントを前後左右4箇所に配置し、アイドリングおよび常用使用領域での体感振動の向上や快適性に寄与している（図13）。

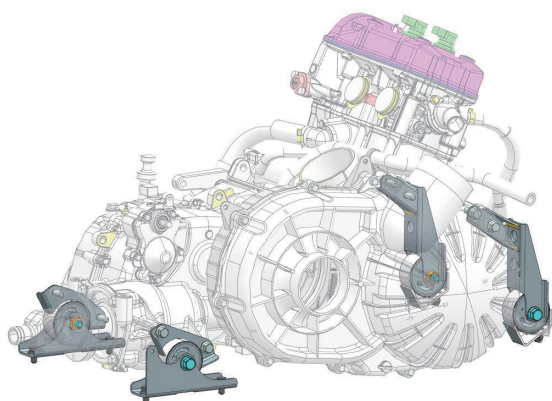


図13 新規開発エンジンマウント

3-2-5. 快適装備

運転席にチルトステアリング機構と、スライドシートアジャスタを装備することで、ドライビングポジションの調整しやすさ、および乗降しやすさを向上させた。

また、走行中の車体揺れに対する快適性向上をねらい、バケットタイプシートを全席に装備した。さらに、パッセンジャー席には、自然な姿勢で体を保持しやすい位置にハンドホールド、しっかりと踏ん張ることのできるフロアボードを設置することで、悪路でも安心して長時間走行できる快適な座席環境を準備した。

3-2-6. 実用装備

可動式2列目シートを車両前側へ折り畳むことで、実用的なカーゴスペースが出現し、積載能力も約270kg（後席エリア全体で）と十分な値を確保した。

ほかにも、1操作で開閉できるテールゲートの採用や、グローブボックス、センターコンソールへの収納スペースの設置等、ユーザーの利便性を追求した。

また、約900kgを有するトレーラーヒッチの牽引許容荷重は必要十分であり、これらの装備により様々なシチュエーション／用途で使用できるROVとなっている（図14）。



図14 実用性の高い車体装備

3-2-7. 電装系部品

- ・ヘッドライト、テールライト：LED式を採用し、夜間での視認/被視認性を確保している。
- ・メーター：従来モデルに対し、表示情報を追加し、36%大型化したLCD式デジタルスピードメーターを新規開発したことで、様々な環境下において良好な視認性を有している（図15）。



図15 新規開発スピードメーター

- ・電子スロットル：扱いやすく、より綿密なスロットル制御を行うため、ヤマハ ROV 初の電子スロットルを新規開発した。
- ・Speed Management System：車両最高速度を簡単に制限できる機能で、フード内に追加した取り外しができる専用キーで ON/OFF を操作する。ON 時には、最高速度が約 40km/h に制限される（図 16）。



図16 Speed Management Systemキー

3-2-8. アクセサリー対応

YMUS(Yamaha Motor Corporation, U.S.A.)CSG(Customer Support Group) アクセサリー開発と協働し、開発初期からアクセサリー部品装着の要件を本体仕様に織り込み、同期開発を実施した。結果、これら純正アクセサリー部品は、車両販売時期に合わせて準備することができた（図 17）。



図17 純正アクセサリー部品装着車

4 おわりに

YMMC(Yamaha Motor Manufacturing Corporation)およびYMUS CSGアクセサリー開発陣との協働によりUS市場調査、現地テストを実施するとともに、これまで培ってきたATV/ROVの開発経験だけでなく、MC/SMBのノウハウも取り入れ、コンパクトな車体ながらも大人4人が快適に乗車でき、タイトトレールで扱いやすく、高い走破性をもった商品を開発することができた。本モデルを市場導入することでROVに対する

間口が広がり、より多くのお客様が家族、友人と共にOutdoor Adventure体験を共有し、楽しんでいただけると確信している。今後も進化を重ねることで、お客様の期待を超え、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させていただきたい。

<Message from YMMC-PD>

The ROV market is expanding, customer expectations are increasing, and therefore the development of model variations is required. These trends also require that Yamaha create a market defining product. The 2018 Wolverine X4 is the next level of quality and refinement for Yamaha ROV's. The Wolverine X4 is the ideal solution for customers who want a compact, nimble, refined ROV that excels in tight woods and open trails. The Wolverine X4 excels in all-terrain ability, comfort, quietness, and versatility as a compact four-passenger vehicle, qualities which are not available from competing products.

The development plan for the Wolverine X4 was to adapt the platform concept theme to the four-passenger format, and also to build the foundation for future model development. Future models will be created based on a vastly different concept, but will still leverage the components and processes developed for the Wolverine X4. This approach has reaped benefits already on the first variation concept model by improving development maturity while also reducing component numbers and factory investment.

The Wolverine X4's versatility and key selling feature derives from its convertible seating/cargo configuration within a two-seater class vehicle. Customers can easily, without tools, adjust from two seats and a large cargo space to four seats and still retain sufficient cargo space for a cooler and basic supplies. This versatility was achieved while maintaining a similar level of comfort between the front and rear occupants. The high levels of versatility and comfort, along with its compact size and nimbleness, give the Wolverine X4 an advantage over its competitor products.

YMMC PD was honored to partner with YMC RV on the

development of the Wolverine X4. It was a challenging project, but we believe that we have created a fantastic vehicle in the Wolverine X4. Accomplishing all of a project's goals is the role of engineering, and the Wolverine X4 is worthy of all the hard work and innovation that YMMC PD and YMC RV put into its development.

■ 著者



杉浦 利一 (前列左端)
Toshikazu Sugiura
ヴァイナル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部

林 智之 (中列右端)
Tomoyuki Hayashi
ヴァイナル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部

上江洌 純司 (前列中央)
Junji Uezu
ヴァイナル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部



Andrew Schwab
YMMC
Terrain Vehicle Product Development