



Abstract

Annual demand for ROVs (Recreational Off-Highway Vehicle) in the North American market is currently 240,000 units (an increase of 40,000 units compared with 2013 when the Viking was launched), and further growth is anticipated. ROVs are put to use in a wide range of fields - everything from business purposes, such as agriculture and farming, to hunting and other recreational and sports uses. To cover this wide range of uses, Yamaha developed and released the VIKING in 2013, followed by the VIKING VI in 2014, and the WOLVERINE in 2015.

Of the uses mentioned above, the sports field is currently experiencing strong growth, and manufacturers are releasing new models one after the other. Yamaha is strong in the recreation/sports fields, and is driving its brand image by consistently delivering the strongest level of performance in the market. In order to build that image and further strengthen the ROV business foundations, we have developed the pure sports model YXZ1000R introduced below, which takes driving performance to higher levels that leaves competitors unable to catch up.

1 はじめに

北米のROV(Recreational Off-Highway Vehicle)市場は現在、年24万台規模の需要(VIKING販売開始の2013年比4万台増加)があり、今後も伸長していくことが予想される。その用途は農業/酪農などの業務から狩猟などのレクリエーション、スポーツまで多岐に渡っており、それら広範な用途をカバーするために、2013年にVIKING、2014年にVIKING VI、2015年にWOLVERINEを開発、市場導入してきた。

上記用途の中のスポーツについては、現在高伸張中で、各メーカーから次々と新モデルが投入されている。ヤマハはレクリエーション/スポーツは得意領域であり、常にパフォーマンスNO.1でブランドイメージを牽引してきた。そのイメージ構築とROVでの基盤をさらに強化するために、他社が追従できない高次元の走行性能をもったピュアスポーツ

「YXZ1000R」(以下、本モデル)を開発したので、ここに紹介する。

2 開発のねらい

市場で要求されているスポーツ走行のニーズの対応とお客様にピュアなスポーツROVを提案するために、下記4項目を主要なねらいとした。

- 1) 人に自慢したくなり、ディーラーにおいて圧倒的な存在感と力強さでお客様の目にとまるデザイン
- 2) エキサイティングな走行性能を実現するハイパフォーマンス3気筒エンジン(以下、EG)とドライブトレイン
- 3) 高いパワーを快適で自由に操れる全ての要素を高次元でバランスさせた車体
- 4) 高次元のパフォーマンスと両立する高い信頼性

3 開発のとりくみ

3-1. エンジン/駆動系

スポーツROVとして高次元の走行性能とパフォーマンスイメージを実現するため下記を目標として開発を進めた。

- ・Raptor700（ハイエンドスポーツATV）と同等の加速感を達成するEG性能
- ・ダイレクト感および車両コントロール性に優れたパワートレイン
- ・他社を凌駕する高い信頼性
- ・外観から高性能を予感させるEG/排気系レイアウト

これらの目標を高次元でバランスさせるためにEGとトランスミッション（以下、TM）を別体構造とし、TMをシート間に、EGをTM後方に配置（縦置きミッドシップ）するレイアウトを採用した（図1）。これにより車両重心位置および乗車位置を最適化しながらも高出力多気筒EGの搭載と高い駆動系耐久性（十分なクラッチサイズ/軸間距離）を実現した。また、TM別体とすることでEG構造レイアウトの自由度を高めることができ、後述する他商材を含めたプラットフォームEGの開発を可能とした。

3-1-1. エンジン

スポーツROVとして求められる最高出力および低回転から粘り強く幅広いトルク特性をねらい、最適なEG形式として直列3気筒を選択し新EGを開発した。現行スノーモビル（以下、SMB）3気筒EG（1049cm³）をベースとしてボア径をφ82からφ80に変更し、排気量を998cm³に減少（ANSI/ROHVAにて規定されるカテゴリ上限1000cm³）させているが、圧縮比アップと吸排気管長/カムプロフィールの最適化によりクラストッ

プレベルの最高出力と十分な低速トルクを実現した。

また、大幅なコストダウンと開発効率向上をねらい、パーソナルウォータークラフト、SMBの3商材でプラットフォームEGの協業開発を進めた。事業部の垣根を越えた製造/調達/技術が一体となった本活動により下記の共用化を達成し、各商材の要求機能/性能を実現しつつ、ベースとしたSMB EG比約△20%のコストダウンを達成した。

・主な3商材共用部品

クランクシャフト、コンロッド、バラサ周り、テンション、ダンパチェーン、吸排バルブ、カムシャフト素材、スタータギヤ

・Key 諸元¹⁾ 3商材統一

動弁系諸元、ピストン加工諸元

・主なSMB/ROV 共用部品

ウォーターポンプ、オイルポンプ、オイルパン、クランクケース素材、ヘッドカバー素材、スロットルボディ素材

1) Key 諸元

統一することで治具共通化や段取り工数削減によるコスト効果が大きく、製造上Keyとなる加工諸元。

3-1-2. トランスミッション

アクセル操作とシフト操作によりダイレクトにタイヤ駆動力および挙動をコントロールできる車両を実現するため、業界初となるドグクラッチ式マニュアルトランスミッションを採用し新開発した（図2）。ドグクラッチTMは素早くスポーティなシフトが可能である反面、ROVで使用した場合、振動やシフトショックが大きくなってしまふ。本モデルでは機能の異なる2つのカムダンパを備えることでこれを低減し、スムーズなシフト操作感と快適なライディングを可能にした（図3）。

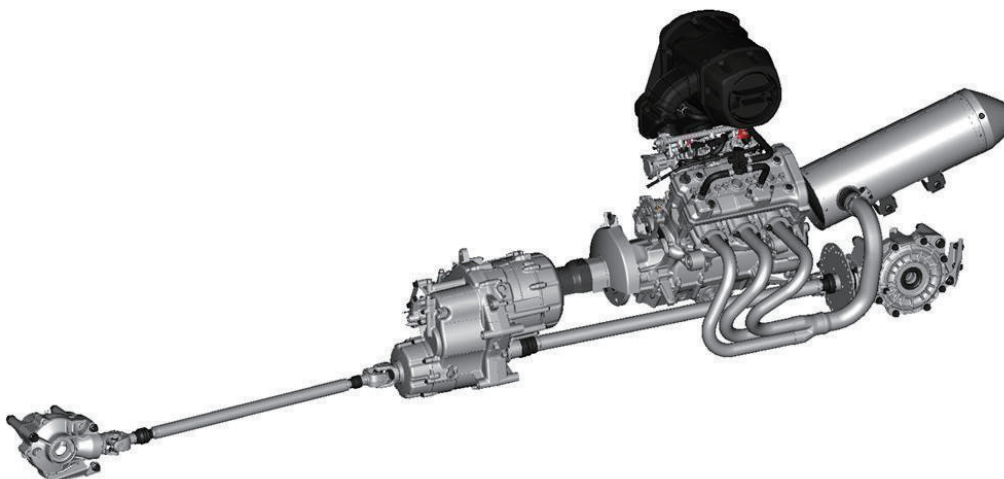


図1 EG/駆動系レイアウト

- ・減小軸カムダンパ：EGトルク変動による振動と駆動系のラトルノイズを低減
- ・出力軸カムダンパ：シフトショック/ノイズ低減

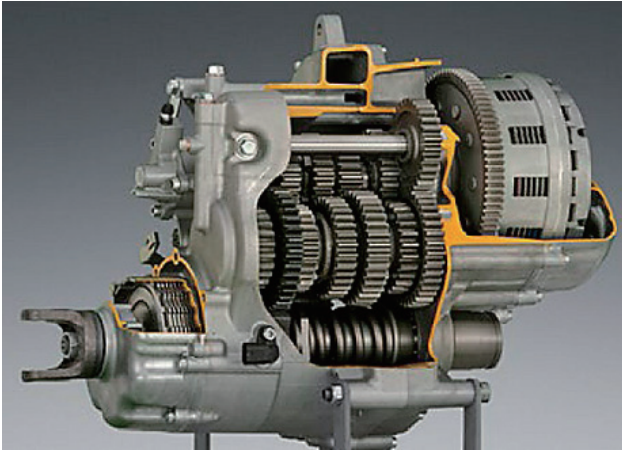


図2 ドグラッチ式マニュアルトランスミッション

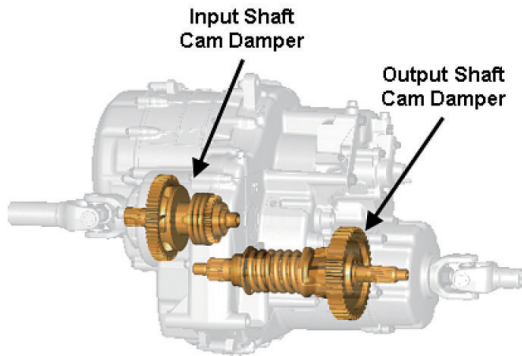


図3 カムダンパ

3-1-3. 高い信頼性の実現

(1)トランスミッション

マニュアルトランスミッションを採用することで、他社のスポーツROVに採用されているゴムベルトCVTに対してスポーツ性だけではなく耐久性の面でも大きなアドバンテージを実現している。また、クラッチサイズ/冷却油量の最適化によりオフロード4輪車として十分なクラッチ耐久性を確保した。

(2)トルクリミッタ

フロントデファレンシャルギヤ(以下、デフ)への過大な繰り返し入力を防ぐため、湿式多板トルクリミッタをTM内に採用した(図4)。これにより、従来のユーティリティモデルと同サイズのフロントデフにて十分な耐久性を成立させている。

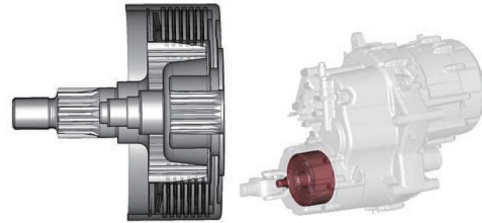


図4 トルクリミッタ

(3)フロントデフ/リヤギヤ

ターゲットエリアでの走行シーンの特徴である“Whoops²⁾”走行条件において、正負の繰り返しトルクがフロントデフ/リヤギヤに入力されることによる負荷が非常に大きいことが開発の中で判明した。台上試験および実走行での耐久試験を繰り返すことで最適なギヤ仕様を作り込み、十分な耐久性を実現した。

2) Whoops

Dune/Desert (砂漠) を走行する ATV・ROV などによって自然発生的に現れる一定周期の連続波状路。

(4)デュアルエレメントエアクリーナ

高い清浄効率とオフロードユースでのメンテナンス性を両立するために、湿式濾紙と湿式ウレタンを併せ持つデュアルエレメントエアクリーナを採用した(図5)。湿式濾紙フィルタは清浄効率が高いが清掃によるリユースができず、また多量のダスト環境では寿命が短くなってしまふ。プライマリフィルタとして湿式ウレタンエレメント(清浄効率は湿式濾紙に劣るが清掃によるリユースが可能)を採用することで、高い清浄効率を維持しつつオフロードユースでの使い勝手(メンテナンス性とフィルタの寿命の長さ)を両立するエアクリーナを実現した。またプライマリフィルタのキャップにセンタートルカム締め上げ式を採用することで、クリップレス/ツールレスでのフィルタアクセスを可能としメンテナンス性を向上させている。

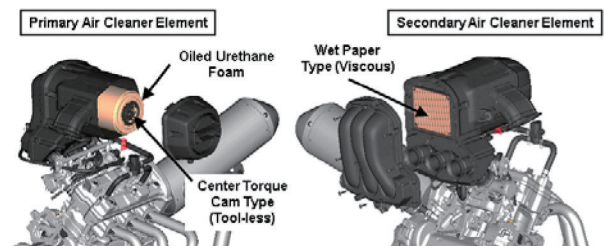


図5 デュアルエレメントクリーナ

3-1-4. 高性能を予感させるレイアウト

各気筒に対して最適な排気管長とする完全等長エキゾーストパイプを実現し、また左右重量分担最適化のためセンター出しマフラとする排気系レイアウトを採用した。機能的な排気系レイアウトとEG車載レイアウト方法(縦置きミッドシップ)とを合わせて機能美としてパフォーマンスイメージ訴求に貢献している(図6)。



図6 排気系レイアウト

3-2. シャーシ/サスペンション

スポーツROVにおいてメインターゲットシーンであるDune/Desert(砂漠)走行における、

- ・様々な地形でのエキサイティングかつ快適な走行
- ・象徴的な走行シーンである“Whoops”での高次元な走破性の実現を目標とし、シャーシ/サスペンションの開発を進めた。

3-2-1. 車体サイズ・レイアウト

Whoopsをらくらく走破できる直進性とコーナリング性能の両立をねらいホイールベース・トレッドを最適化した。トランスミッションをシート間に配置し、670mmの低シート高を実現した(図7)。また、高い走破性を生む330mmの最低地上高と安心感を生む低シート高を両立させた。

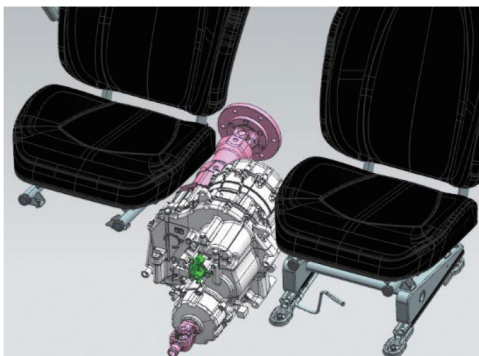


図7 トランスミッションレイアウト

3-2-2. フロントサスペンション

テストコースだけでなく実際にユーザが走行するDune/Desertでの走行テストを重ね、ジオメトリや各部仕様を最適化した(図8)。許容角30度以上の広角度ボールジョイントの採用による410mmのロングホイールストローク化やヤマハでは初のフロントスタビライザの採用などにより、ドライバーが意のままに操れる正確な操舵特性、良好なギャップ吸収性、コーナリング安定性を実現できた。



図8 フロントサスペンション 図9 リヤサスペンション

3-2-3. リヤサスペンション

レイアウト・ジオメトリの自由度の高いダブルウィッシュボーンタイプを採用した(図9)。ゼロバンプステア特性とキャンバ変化の最小化などとジオメトリの最適化、735mmの長大な前後取付ピッチを持つロワーアーム、アーム軸受け部へのピローボールの採用、アーム～ナックル取付部の高剛性化などにより、Whoopsを含めDune/Desertの様々な走行シーンでも良好な直進性を実現した。また、エンジン後部のスペースを利用することで、ショックストロークを最大化し、プログレッシブなレバー比変化特性を持たせることができた。これにより432mmのロングホイールトラベルと合わせ、良好な乗り心地と底つき感を高次元で両立させた。

3-2-4. ショックアブソーバ

スポーツROVの市場において評価の高いFOX Racing製 Podium RC2 Shocks®を採用した。また、スポーツ走行においても十分な減衰力を得るためフロント・リヤとも内径57.2mmの大径ダンパを採用した。レイアウト上可能な限りストロークを長く取ることで(フロント237.4mm、リヤ272.9mm)、ショック本来の減衰性能を引き出し、かつ長時間の走行でも減衰性能の維持を可能とした。加えてリヤにはBOC機構を採用し、底つき頻度を低減させた。またフロント・リヤともスプリングイニ

シャル、伸減衰、圧減衰には低速/高速減衰力調整機構を付加し、走行シーンやユーザの好みに応じ幅広く調整可能な仕様とした。

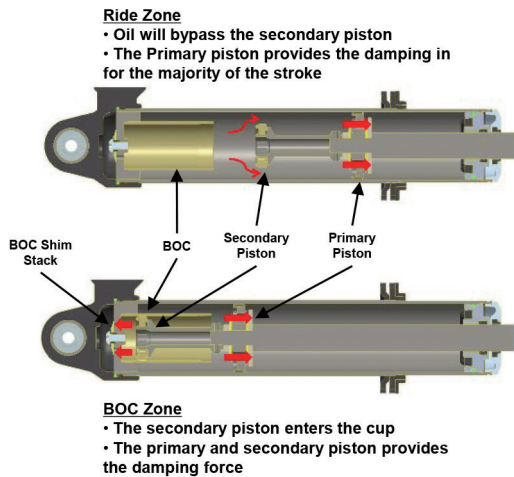


図 10 BOC (Bottom-Out Cup) : FOX 社のストローク依存圧減衰増幅機構

3-2-5. コックピット/操作系

スポーツROVに相応しいコックピット/操作系の設計コンセプトとして、

- ドライビング操作に集中できる操作系レイアウト
- 快適な乗車空間の創出

を目指した。ドライビングポジションを体格や好みに合わせて調整できるようチルトステアリング機構およびスライドシートアジャスタをヤマハで初採用した。合わせて可能な限り足元空間を広くとることでルーミーで快適な乗員空間を提供している(図11)。ペダル類・シフトレバー・スイッチ類は操作性を考慮し最適配置した。メータはステアリング奥に配置しドライビング操作に必要な情報を瞬時に認識しやすいレイアウト



図 11 コックピット/操作系レイアウト

とした。インパネ・ドア・センターコンソールなどはドライビング操作を阻害することなく囲まれた感のあるデザインとし、乗員の体を支えるフロアボード・バケットシート・ショルダボルスタ・ステアリングホイール・パッセンジャハンドホールドを乗員のドライビングポジションに合わせて形状を最適化した。加えてフロントフェンダラインを低く抑えることにより、低シート高と良好な前方視認性の両立を可能にした。

3-2-6. ヘッドライト・メータ・ECU

快適なオフロード走行のため高照度のLEDヘッドライトを採用した(図12、13)。丸型レンズ形状とし、先に発売されたユーティリティATV GRIZZLYシリーズと共同開発、共通化した。これを4灯装備し、従来モデルに比べ圧倒的な明るさなが

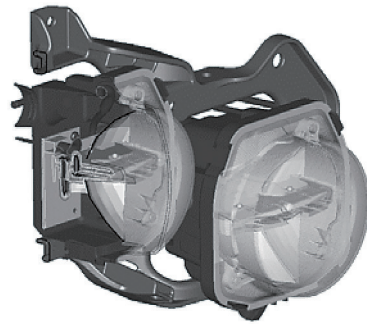


図 12 LEDヘッドライト



図 13 EVILE EYEヘッドライト

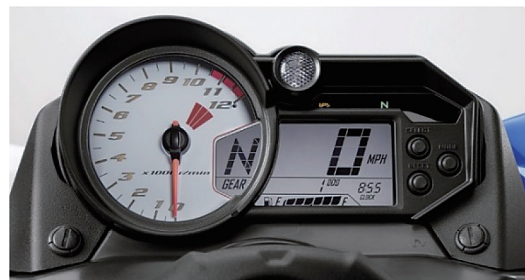


図 14 タコ、シフトインジケータ付メータ

ら低消費電力を実現した。また、ECU通信方式にヤマハATV/ROVでは初のCANを採用した。メータもこれに対応させ新作り、アナログタコ、シフトポジション表示やシフトタイミングインジケータなどスポーツモデルに相応しい機能を織り込んだ(図14)。

3-3. スタイリングデザイン

ヤマハデザインフィロソフィー“Refined Dynamism”のもと、初のピュアスポーツROVとしてのデザインコンセプトを“Performance beast”と定め、“地を這うような機動力”と“力強さと洗練の融合”の表現を追求した。より具体的なキーポイントとして以下を設定した。

- (1)Low & Longを感じさせるシルエットとダウンフォース感の効いたコンパクトで力強いボディ
- (2)先進的で引き締まった鋭い顔つき(Evil eye)(図15)
- (3)踏ん張り感とサスペンションストロークの強調
- (4)3気筒エンジンのパワーとエアマネジメントを主張するデザイン
- (5)走る気にさせる、頑強に囲まれた感のある、魅力的な乗員空間

特に機能を訴求する(3)(4)の表現については、開発側からもアイデアを出すことで以下のように具現化された。

- ・フロントフェンダから突き出したショックアブソーバ(図15)
 - ・リヤビューで際立つ長大なリヤショックアブソーバ
 - ・サイドビューで剥き出しの3気筒EGとエキゾーストパイプ
- その結果、このモデルの高次元のパフォーマンスを強調する象徴的なアイコンとなった。



図15 フロントフェンダから突き出したショックアブソーバと先進的で引き締まった鋭い顔つき(Evil eye)

4 終わりに

YMMC(Yamaha Motor Manufacturing Corporation)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、ATV/ROVの開発の経験/ノウハウなどを使い、圧倒的な存在感と人に自慢したくなる高次元のピュアスポーツを商品化できた。また冒頭に記載した主要な開発のねらいを達成しながらも、魅力的な価格で市場へ提供できたことは、幅広いお客様に受け入れて頂けると確信している。引き続き市場変化に対応した進化を重ねることで、お客様の期待を超え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頂きたい。

〈Message from YMMC-PD〉

Do you give the customer just what they are asking for, or do you give the customer something beyond their expectations that will broaden horizons and forever change the future?

Yamaha has produced many milestone machines since 1955. History making offroad Yamahas certainly include the 1968 DT1 that offered an affordable, reliable and nimble handling dirt bike to the general public; the 1975 YZ250/360 monoshock that realized the benefit of single-shock, long travel rear suspension; and the 1999 YZ400F that proved four-stroke motocross bikes are supremely competitive.

Sporting customers, whether motorcycle, ATV, or ROV are the most demanding. Not only must the vehicle perform at an advanced level with confidence, it must do so reliably. As well, sporting customers demand a vehicle that is attractive, both visually and most importantly...technically. YXZ1000R is such a bold step that it doesn't fit the current "Sport ROV" category; YXZ1000R is "Pure Sport ROV". The technical specifications of YXZ are so advanced that even as details were leaking early on social media, customers were doubting any manufacturer would offer such amazing technology! Lesson: Never underestimate Yamaha.

YXZ was developed in a close partnership of Japanese and American staff all having true offroad passion. Building on global relationships first established with Beartracker ATV in 1995, the global Yamaha RV members are the ONLY team that could develop a

machine as advanced as YXZ. Technology, durability, confidence, value, beauty, excitement...all exceeding customer expectation. YXZ will forever change the ROV market.

■著者



鈴木 孝典

Takanori Suzuki

ビークル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部

鈴木 康弘

Yasuhiro Suzuki

ビークル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部

大崎 逸人

Hayato Osaki

ビークル&ソリューション事業本部
RV事業部
開発部



YMMC Terrain Vehicle Product Development team
(Design, Testing and Administration)

Todd Booth

YMMC (YAMAHA MOTOR MANUFACTURING CORPORATION) PD(PRODUCT DEVELOPMENT)