



#### 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 drivability of the pure sports YXZ1000R (equipped with a sequential manual five-speed transmission) model was further enhanced in the YXZ1000R SS with the addition of the YCC-S (Yamaha Chip Controlled Shift) system, as Yamaha Motor pursued its evolution as a model to be used by a wide range of customers in the sports category (Refer to Yamaha Motor Technical Review No. 52, "YXZ1000R SS 2017 Model ROV").

This report showcases how the manual transmission and YCC-S specifications were developed in tandem for the 2019 model so that customers can confidently and comfortably enjoy sports driving across many different types of terrain.

## 1 はじめに

ROV (Recreational Off-Highway Vehicle) 市場は北米を中心に、農業 / 酪農などの業務からハンティング、トレール走行などのレクリエーション、そしてスポーツ走行、レースまで幅広い用途と高い需要があり、今後も伸張していくことが予想される。それらの広範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。

ピュアスポーツであるYXZ1000R（シーケンシャルマニ

ュアル5速トランスミッション）は、YCC-S（ヤマハ電子制御シフト）採用のYXZ1000R SSでさらに操作性が向上し、スポーツ領域で幅広いお客様に使って頂くモデルとして進化した（ヤマハ発動機技報No.52 '2017年モデル ROV YXZ1000R SS' 参照）。

今回、さらに快適に自信をもって様々なスポーツライディングエリアでの走行を楽しんで頂けるように、2019モデルとしてマニュアルトランスミッション / YCC-S仕様を同時開発した。ここにそのモデルを紹介する。

## 2 開発の狙い

YXZ1000Rは2015年、YXZ1000R SSは2016年より市場投入してきた。本モデルの開発にあたっては、これらのユーザーからあがってきている要望を織り込み、以下を開発の狙いとした。

- ① 従来からの意のままに車両を操ることができるダイレクト感を熟成させる。
- ② 市場のお客様の声を反映し、さらに快適性の向上をはかる。
- ③ 様々なオフロードエリアでの走破性をさらに向上させる。

## 3 開発の取り組み

### 3-1. 車体概要

走破性・快適性の向上を図るため、キーアイテムを中心に各コンポーネントの見直しを行った。そこで個々のアイテムによるポテンシャル向上だけではなく、トータルバランスに優れたパッケージを目指した。結果的により幅広いフィールドで、人機一体の走りを楽しむことができる車両となった。

#### 3-1-1. 大径タイヤ

オフロード走行において、タイヤサイズの大径化は走破性を高める最も有効な手段のひとつである。そこで現行モデルに対し、外径で+2インチとなる29インチタイヤを採用した。またタイヤ構造は8PR相当とし、耐パンク性を向上させながらも剛性バランスを見直すことで、快適性と高いトラクション性能の両立を確保した。

タイヤ径の変更は車両バランスに影響を及ぼすことから、特にブレーキ・サスペンションを中心に次項以降で述べる点を見直し、トータルバランスの向上を図った。

#### 3-1-2. ブレーキシステム・アクスル

タイヤ外径の変更にもともない発生する制動力・フィーリングの変化に合わせ、ブレーキシステムの再構築を行った(図1)。マスターシリンダー、各キャリパーのピストン径、およびディスクは大径化し、大径タイヤに負けない制動力を達成した。またブレーキホースは新たにSUSメッシュタイプを採用し、あわせてナックル/ハブ/ベアリングといったアクスル系部品を一新して、従来モデルに対し同等以上の剛性感のあるブレーキフィーリングと信頼性を確保した。

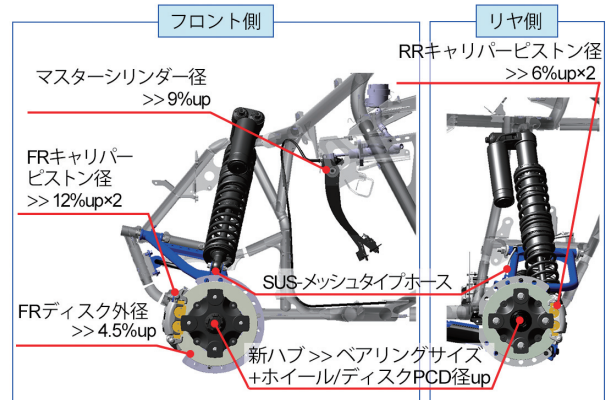


図1 ブレーキシステム・アクスル仕様変更点

#### 3-1-3. サスペンション

高速・高荷重時での高い吸収性を確保しながらも、新タイヤと併せて新たなセッティングを行うことで、特に中低速での快適性を向上させた。

#### 3-1-4. 冷却システム

より過酷な走行環境への対応や減速比の変更、特に低速高負荷での冷却性能の向上を目指し、冷却システムの全面刷新を行った。

低速高負荷の環境下では走行風が見込めないことから、冷却性能はラジエタ容量とファン性能の依存度が高く、より大きなラジエタシステムが必須となる。またマッドコンディション等では特に前走車が巻上げる泥などを避けることは困難で、ラジエタへの泥付着度合いは冷却性能に直結する。そこでラジエタを車体前面から背面へ移動することで大きな設置スペースを確保し、吸気側を背面側とすることで泥の付きにくい配置とした(図2)。これによりラジエタがエンジン近傍の配置となり、水経路が短縮され圧力損失も改善された。また従来のキャビン中央に流れていたラジエタ排出風が無くなることでフロア/コンソールの温度が下がり、キャビン部はより快適な空間となった。

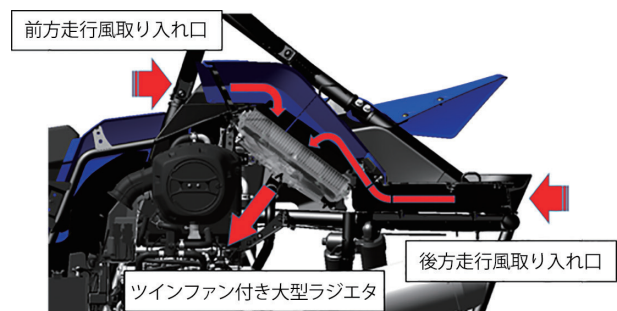


図2 新冷却システムレイアウト

一方でラジエタを車体背面配置した場合、条件によっては安定した走行風確保は困難となり、特に装備品の有無による変化が大きく、走行風取り入れ方法には配慮が必要となる。そこでCFD解析による走行風予測から各条件での水温予測を行い、実機検証と比較しながら冷却性能の作りこみを行った。この検証結果より車両条件の違いによる走行風変化は、風量の増減だけでなく気圧差による走行風逆流をもたらす場合も有ることが判明した。そこで車体前方からの走行風だけでなく、後方からの巻込み風を利用することとした。その結果、安定した走行風の確保を達成することができた。

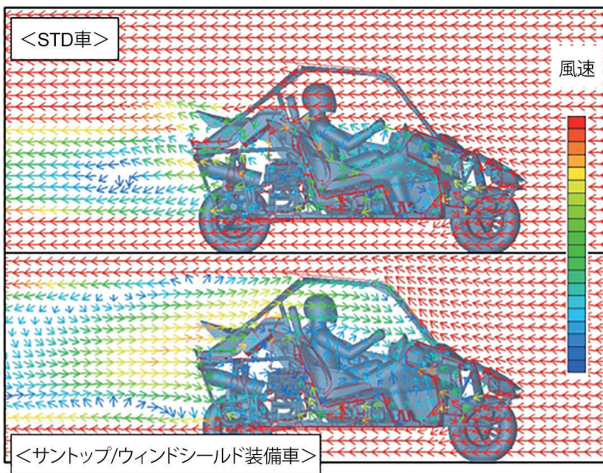


図3 走行風分布CFD解析結果(120km/h走行時)

### 3-1-5. エクステリア

従来から継承するスポーツライディングに適した機能性と、YXZ イメージをさらに高める下記エクステリア部品の変更を行った。

ルーフェデザインは、乗降時のアクセス性向上とサントップ装備時の前方視界の拡大を狙い、新形状を採用した。前方視界の拡大については3D的に変化するオフロード走行、特に登坂進入時の視認性が向上した(図4)。これらの機能性を確保しながらも、よりスポーツイメージを高めた新しいスタイリングを実現した。

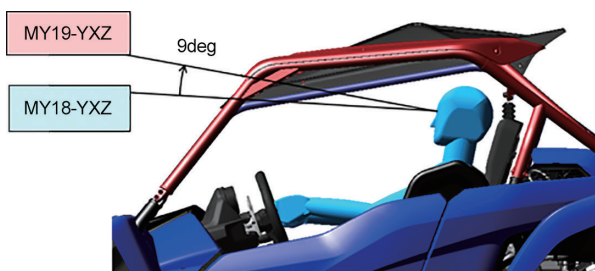


図4 上方視野範囲比較

カバー/フードはラジエタ位置を変更することでデザインの自由度が生まれたことから新デザインとし、市場要望の高い補助ランプの増設を内蔵可能な構成とした(図5)。

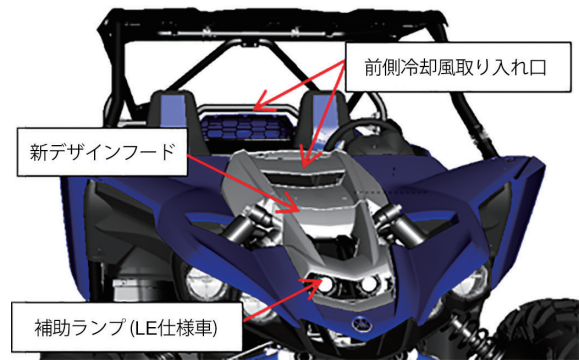


図5 新カバー/フード形状

ラジエタを内蔵したカーゴエリアはフラットで使い勝手の良い形状とした。またラジエタカバー部はノーツールで着脱可能とすることでラジエタや補機類に簡単にアクセス可能となり、良好な整備性を確保した(図6)。

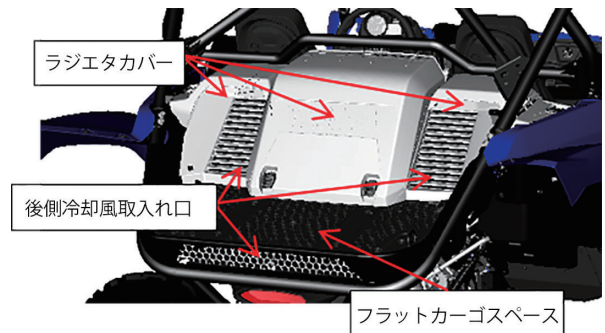


図6 新カーゴエリア形状

### 3-2. YCC-S 制御

YCC-S 制御については、走破性と低速走行時の快適性向上を目指し改良を行った。

#### 3-2-1. 走破性向上

泥濘路、登降坂路など多岐にわたるシチュエーションに対し、後述するトランスミッションの減速比変更と併せて、低速走行時に自動で1速ギヤまでシフトダウンさせるオートシフトダウン制御を再適合した。結果、車輪駆動力UPによる走破性向上のみならず、クラッチにおいても使用頻度を必要最低限に留め、耐久性向上を実現した。

また、リバースギヤにクラッチの発熱量を推定しながらクラッチを最適にコントロールする機能“ダイナミッククラッチエンゲージメント”を搭載することで、後進走行時も同様に走破性を向上させた。

### 3-2-2. 低速走行時の快適性向上

ロッキーセクションと呼んでいる岩が連続するようなシチュエーションでの走行は、極低速での駆動力のコントロールが要求される。岩の乗り越しなどでは、ドライバーがアクセルを開け続けていても車速とエンジン回転数が下げられてしまう。エンスト回避と必要駆動力を両立させるためには、クラッチの適切なコントロールが要求される。このときクラッチを一度切断してしまうと、ショックや音が発生する課題がある。この課題に対し、1速減速比を上げた効果に加え、YCC-Sモデルでは制御によるクラッチ切断条件をより最適化し、従来比で40%低い車速までクラッチを切断せずにスムーズに走行ができるようになった。同時に半クラッチの使用頻度が下がり、クラッチの耐久性も向上している。

### 3-2-3. ダイレクト感向上

スポーツ走行性能の向上を狙い、コーナリング手前から目標の減速度が得られるよう、減速時シフトダウンの半クラッチコントロールを最適化し、半クラッチ時間を従来比で50%短縮させた。

結果、シフト時間を大幅に短縮させ、従来モデルにも増して、車両を操るダイレクト感が得られるようになった(図7)。

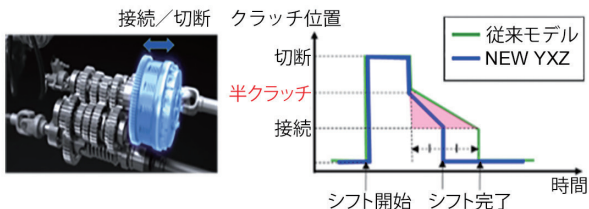


図7 シフトダウン時間比較

## 3-3. エンジン／トランスミッション

### 3-3-1. 走破性向上への取り組み

現行モデルに対する市場での使われ方・お客様の声を詳細に分析し、トランスミッション減速比を最適化した。タイヤ径の変更に対応するため、全体の減速比を7%UPさせた。さらに1速ギヤの減速比を現行比で16%UPさせることにより、車輪駆動力を上げた。これにより急登板時や障害物乗り越し時の操作性を向上させるとともに、ロッキーセクションやタイトなトレールエリア等での極低速走行性能も向上させている。また、減速比の変更にとまなう駆動系各部への入力荷重UPに対し、リヤギヤのインプット部材をアルミダイカストから鋳鉄へ変更することで対応した。

### 3-3-2. 信頼性向上

泥濘路や水中の走行における信頼性をさらに向上させるため、リヤプロペラシャフトとリヤギヤ連結部のシール形状・材料を見直し、当該部への泥・水の浸入耐性を上げている。

### 3-3-3. アクセサリ対応

アクセサリのGYTR Turbo Kitに含まれていた強化コンロッドを標準装備とすることで、Turbo Kit装着時のお客様の負担を低減した。

### 3-3-4. エバポシステム

本モデルは従来のEPA<sup>1)</sup>排出ガス規制に加え、新たにCARB<sup>2)</sup>排出ガス規制に対応するため、エバポシステムを新たに導入した(図8)。

1) EPA: 米国環境保護庁

2) CARB: カリフォルニア大気資源局

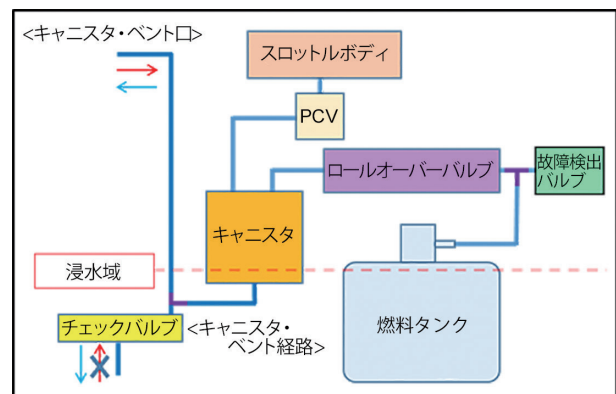


図8 エバポシステム図

今回採用のエバポシステムは、埃/泥/水の浸入や車両傾斜に配慮したROV特有のレイアウトとなっており、特にキャニスタのベント口は異物侵入とその排出に考慮した構成とした。ベント口は悪路走行時に影響を受けにくい車体上方に配置している。またベント経路には異物堆積等による閉塞を防ぐため、経路下方に排出口を設けながらも、水没時の水浸入を防ぐためのチェックバルブを装備している。

これらにより悪路走行に適応したシステム信頼性を確保した。

パージ制御に関しては、特にパージ開始直後の吸気A/Fリッチ化にとまなう過渡出力特性の悪化を回避するため、スロットルバルブ開度に応じた負圧でパージする構造を採用した。また、負圧パージ方式は低スロットル開度でのパージ量が減少するため、並列パージ孔を設け、発生ベーパー量に

対する十分なパージ量を確保した（図9）。

また、ソレノイドバルブでスロットル全閉時のベーパー流入を規制し、ベーパー量が増える高温環境での安定したアイドリング回転を確保した（図10）。

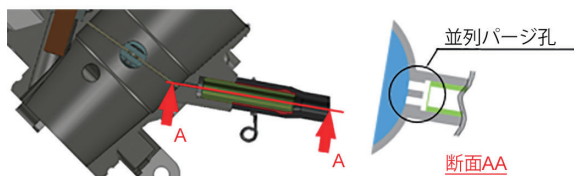


図9 スロットルボディパージ孔

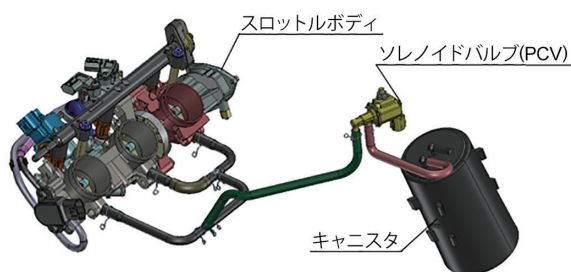


図10 ソレノイドバルブ(PCV)配置

さらに、制御ロジックの改良とFI適合を最適化した結果、規制対応を行いながらもEG性能は従来モデルに対し同等以上を確保し、スポーツライディングに適した出力特性を達成した。

## 4 おわりに

YMMC (Yamaha Motor Manufacturing Corporation) 開発陣との協働により、YXZの改良設計、評価を繰り返し実施した。その結果、自信をもって幅広いスポーツライディングエリアでより多くのお客様にエキサイトメントな走りを体感して頂けると確信している。より快適になったYXZで「いつまでも乗り続けたい」だけでなく「明日も乗りたい」という思いをお客様に味わって頂きたい。

本モデルは、「シフト操作する喜び」、「意のままに操るダイレクト感」、「エンジンとの一体感」を味わえるピュアスポーツ ROV 商品である。

今後も進化し、ブランド構築していくYXZに期待をして頂きたい。

## ■著者



### 鈴木 孝典

Takanori Suzuki  
PF車両ユニット  
PF車両開発統括部  
RV開発部

### 新堀 雅秀

Masahide Shinbori  
PF車両ユニット  
PF車両開発統括部  
RV開発部

### 前田 健一

Kenichi Maeda  
PF車両ユニット  
PF車両開発統括部  
RV開発部

### 鈴木 博就

Hironari Suzuki  
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

### 田中 大輔

Daisuke Tanaka  
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

### 福嶋 健司

Kenji Fukushima  
PF車両ユニット  
電子技術統括部  
電子システム開発部