

The Rodeo Master「MT-09/SP」 Multirole fighter of the Motorcycle「TRACER 9 GT」

北村 悠



Abstract

Continuing from its first generation as a new model in 2013, and its successive second generation with a renewed appearance, we have newly developed the third generation “MT-09,” with completely redesigned engine, body, and electrical components while maintaining the role of an image leader for the “Master of Torque,” used as the overall slogan for the “MT series.” In addition, the Versatile model “Tracer 9 GT,” which has both high mobility and functionality, has also evolved into its third generation.

These two models use a common platform (hereinafter referred to as PF) such as the engine and mainframe, but while the PF aims for class-leading performance and weight reduction, the details have been crafted to achieve the extremes of the two models' concepts. This paper introduces initiatives used in the development of these models.

1 はじめに

2013年にNEWモデルとして登場した初代、外観を一新した2代目に続き、「MTシリーズ」共通スローガンである“Master of Torque”のイメージリーダーとしての役割はそのままに、エンジン・車体・電装部品を全面刷新した3代目となる「MT-09」を新たに開発した。また、高い運動性と機能性を両立させたVersatileモデルである「Tracer 9 GT」も3代目への進化を果たした。

この2モデルはエンジンやメインフレームなど、共通のPlatform (以下 PF)を採用しているが、PFはクラストップレベルの性能や軽量化を目指しつつも、細部は2モデルのコンセプトの極限を目指して作り込みを行っている。本稿ではその開発の取り組みを紹介する。

2 開発の狙い

2-1. 「MT-09」

商品コンセプトは“The Rodeo Master”とし、刺激的なマシン

を手足のように操れることをイメージしている。このコンセプトを具現化するための開発テーマとして、“More Torque & Agile + Feel”を掲げた。レベルアップして日常域からでも楽しめる“Torque & Agile”な走りに加えて、ライダーの感覚に訴える官能性能を高めることで、走りのエキサイトメントをより強く感じることを進化のポイントとした。排気量アップにより増強した低中速トルクを600cm³クラスの軽量な車体と各種電子制御とデバイスのサポートを活用し、自由自在に操ることで、日常域でも非日常的な刺激を楽しめるマシンを目指した。

2-2. 「Tracer 9 GT」

商品コンセプトは“Multirole Fighter of the Motorcycle”とし、陸海空の様々な作戦を高い機動力と積載能力でカバーする多目的戦闘機をイメージしている。初代から一貫して、スポーツ性能とツーリング性能の両立を目指しているが、本モデルではよりスポーツの刺激を高めること、多用途性を向上させることを目指した。そのために技術的に背反することを高い次元で両立する取り組みを行った。

3 開発の取り組み

3-1. 「MT-09」

3-1-1. “More Torque & Agile”

“More Torque & Agile”を達成するために、888cm³に排気量アップしつつも、軽量コンパクトな新設計3気筒エンジンを開発した。従来のエンジンに対し、87Nm から93Nm に増大した最大トルクを1500回転低い7000回転で引き出している。全域でトルクアップしており、街中ではトルクフルで扱いやすく、開ければ強大なトルクによるダイナミックな加速を楽しめる。最高出力も85kW から88kW にアップし、リッタークラスから乗り換えたお客さまでも満足できる性能となっている(図1)。このエンジンはピストン、コンロッド、クランクシャフト、カムシャフト、クランクケースといった主要パーツのほとんどを新設計しており、性能アップしながら燃焼改善と軽量化により、燃費向上と EU5対応を実現した。

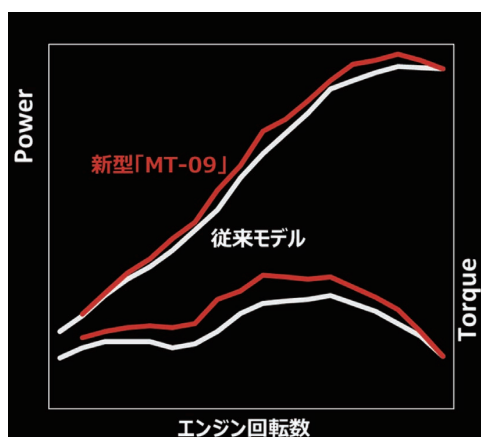


図1 エンジン性能

ただトルクが太いというだけではなく、軽量かつ自由自在に操れる車体があるからこそ“More Torque & Agile”として成り立っている。本モデルでは、車体全体にわたって徹底的な軽量化に取り組んだ。

メインフレームとリアフレーム(図2右側)は、CF アルミダイキャスト技術により、最低肉厚を従来の3.5mm から1.7mm まで下げることが達成し、軽量のアルミパネルのボックス構造リアアームと合わせて、骨格系で2.3kg の軽量化を実現した。

エンジンも吸気系や排気系を含め1.7kg の軽量化(図2左側)、ホイールは新たに採用した「SPINFORGED WHEEL」技術により、前後で700g の軽量化を実現した(図3)。この軽さは、押し歩きやまたがっただけでも体感できる。



図2 エンジン及び、フレームとリアアーム



図3 SPINFORGED WHEEL

また、軽いだけでなく、リアアームピボットを外側からフレームで支える構造に変更することや(図4)、フレームの縦・横・ねじりの剛性バランスの最適化を行っている。ハンドル、コンパクトなヘッドライト、フロントフォークやフロントホイールといった操舵系の慣性モーメントの低減とも合わせて、より自然でアジャイルな操縦特性と、直進安定性、コーナリング時の安定性を作り込んだ。

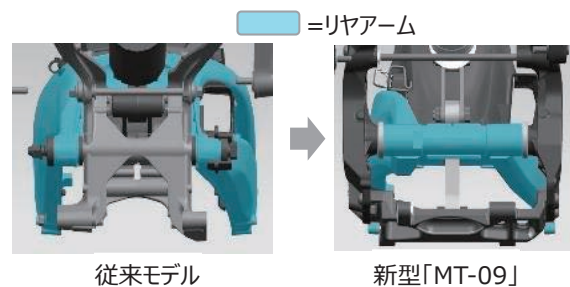


図4 ピボット周り締結構造

“More Torque & Agile”なマシンを手足のように操るライダーをサポートするために、Inertial Measurement Unit (IMU)を活用した各種制御を採用した(図5)。当社のスポーツのフラッグシップである「YZF-R1」の高精度なIMUをベースとして新開発し、基本性能を維持しながら、小型化・軽量化を実現した。

IMUとEngine Control Unit(ECU)、Hydraulic Unit (HU)が連携し、各種制御を行っている。Traction Control SystemはIMUで推定したバンク角の情報を反映して、介入度を補正し、加速時の後輪駆動力を効率的に引き出すシステムである。Slide Control SystemはIMUで推定したリアタイヤの横滑り

情報を反映して出力を補正し、ライダーのスポーティな走りを支援する。Lift Control System は IMU の車両姿勢情報などから、前輪の浮き上がり傾向を推定し、加速時の車体挙動を穏やかにする。Brake Control は、通常の ABS に加えて、バンク角と横滑り情報を反映して、前後輪ブレーキ圧力を制御するシステムである。Traction Control System、Slide Control System、Lift Control System はライダーの好みに合わせて、介入度の変更が可能である。制御介入時にライダーの走りをサポートする自然な介入となるように作り込みを行った。

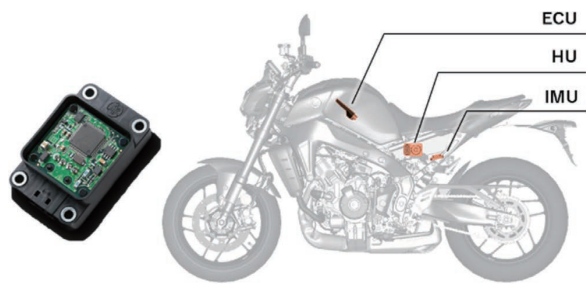


図5 IMU

3-1-2. “+ Feel”

“More Torque & Agile” なマシンをよりエキサイティングに感じること、買っていただいたお客さまに使うたびに所有する満足感を感じていただくために “Feel” をテーマに官能性能と質感、所有感の向上も行った。

最もこだわったのがサウンドである。排気音と吸気音の質が乗り味に寄与する重要な因子であるため、サウンドデザインのキーワードとして、トルク感・加速感を決定した。

発進時はリヤの駆動力と同期した排気音によってトルクを感じ、スロットルを開けた瞬間に音が増大して聴こえるような、スイッチ感のあるサウンドが響きわたる。そして回転上昇に従って、ライダーへの主音源が排気音から吸気音へ切り替わるように調整を行った(図6)。

排気音の特徴は、サイレンサーの膨張室容積、パイプ長さ・径・パンチング面積、パンチングパーテーション、グラスウールなどが絡みあって形成される。低速コーナーからの立ち上がり時などのシーンを中心として、トルク感を演出できる新しい形が1.5段膨張室と左右シンメトリーのテールパイプである(図7)。

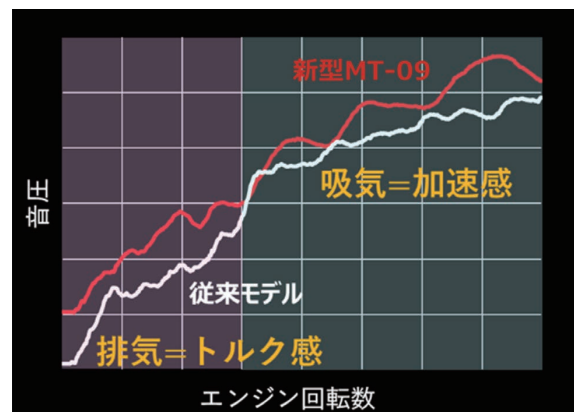


図6 ライダー耳位置サウンドカーブ

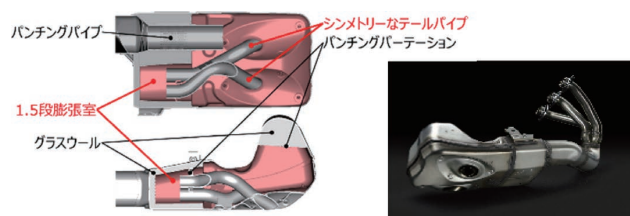


図7 サイレンサー構造

吸気音は、加速感の向上を狙いに開発した。様々なダクト形状や本数を手作業で試作し、官能評価を重ねた結果、辿り着いた新フィーチャーが3本ダクトである(図8)。さらに3本ダクトそれぞれの断面積・長さを調整し、3つの共鳴の組み合わせにより、中・高回転領域でのサウンドを強調している。こうしてエンジン回転が上昇するにつれて音圧が高まり、気持ちの良い加速感を演出。厚みがある音質、スロットルにリニアな音を奏でる。



図8 開発中のダクト形状と製品形状

また、官能性能や所有感はライダーが操作したり、視覚や聴覚で接する各コンポーネントでも作り込んでいる。

コンパクトなヘッドライト周りの造形に合わせて、3.5インチのフルカラーTFTメーターを採用した。回転数に応じて色が変化するデジタルバータコメーター、燃料計、平均燃費、水温計、外気温計、シフトインジゲーターなどの機能を搭載している。各機能の情報操作、セレクトはハンドルスイッチの操作で可能で、走行中に必要な情報が瞬時に把握でき、直感的な操作が可能であるように作り込んだ(図9)。



図9 メーター及びハンドルスイッチ

スロットルバルブ駆動は、従来同様 YCC-T(ヤマハ電子制御スロットル)を採用した。従来はアクセル操作をケーブル経由でプーリーに伝えていたが、本モデルではそのスロットルケーブルを廃した APSG (Accelerator Position Sensor Grip)を採用している(図10)。軽量化し、同時に優れたアクセル操作感を実現した。APSG では、アクセル開度をセンサーとマグネットにより検出、スロットルバルブの駆動モーターに反映する。また APSG の操作感はスプリング、スライダー、ギアで作成され、アクセルオープンに伴い摩擦感(抵抗感)を生み出すのが特徴である。仕組みは2020年「YZF-R1/R1M」同様の構造だが、本モデル用に開度、摩擦感などを専用チューニングしている。

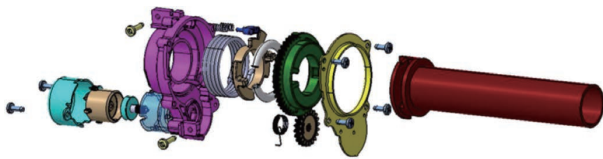


図10 APSG 構造

シフト操作を支援する Quick Shifter には、ダウン時に対応する機能を新たに追加した。シフトペダルの動きをシフトロッドにあるセンサーが検知すると、ECU 演算により出力を補正、ギアにかかるトルクを瞬間的にキャンセルし変速を促進する。自然なシフト操作荷重と心地よいシフトフィーリングにこだわって作り込んでいる。

灯火器には、コンパクトでデザイン性に優れ、優れた照射性をもつバイファンクション LED ヘッドライト (Hi-Lo 一体)を採用した。照射範囲と範囲外の境目のコントラストが穏やかで、柔らかく、ムラのない配光となっている。従来のモノフォーカス式ではなくプロジェクター式による配光としており、外側の厚肉レンズの内側にもうひとつのレンズを配置している。かつ複数の LED 光源からの照射により複雑に光を分散させ、幅広い配光を作り出す。ポジションライトも、導光体を備えた LED タイプとし、新しい「MT」フェイスを印象づける意匠となっている(図11左側)。リヤの灯火類も一新を図った(図11右側)。

スポーティな走りを支えるため、ブレーキは入力系のバージョンアップを図った。フロントのマスターシリンダーのピスト

ンは、レバーと同方向に動くラジアルマスターシリンダーを採用した。入力を、よりリニアにブレーキ油圧へ伝えることが可能となり、優れたコントロール性をもたらす(この機構は、「YZF-R1」に次いで今回が2モデル目の採用となる)。



図11 ヘッドライト及びテールライト

3-1-3. スタイリング

本モデルでは、大きく進化したマシンのポテンシャルを、より表現するため、そのパワーを視覚的に強く印象づけるスタイリングを求めた。

デザインコンセプトは、“Instrument for the Senses” とおき、キーワードは3つ、“Evolution of MT DNA”、“Bare and Beautiful”、“Hearable with the Eyes”とした。

管楽器のように、機能のための最低限の外観でありながら、そのものの美しさが目を楽しませてくれ、感性“Feel”を刺激する、というイメージのデザインコンセプトとした。見かけだけの美しさでなく、本モデルがもつ“音・トルク感・自由自在・軽快感”といった持ち味を、生み出す機構・構造そのものが美しいことを伝えたいと考え、本質的な美しさの表現に強くこだわった。

3-1-3-1. サウンドの表現

空気を吸い込むエアインテークとそこに風を導くフロントウイング、エンジンの燃焼が、空気を通じてライダーに届くサウンドを表現した。その空気の“流れ”や音の“波”をスタイルに込めている(図12)。



図12 インテークとエキゾーストで魅せる音

The Rodeo Master 「MT-09/SP」 Multirole fighter of the Motorcycle 「TRACER 9 GT」

3-1-3-2. トルク感の表現

トルク感・加速感をスタイリングで表現するため超凝縮のマス集中化と、力が溜まっている様を示唆するエンジンまわりとした。

3-1-3-3. 自由自在感の表現

マシン上で自由自在に動き、マシンと一体になって "Agile" にコントロールできそうなスタイリングを追求した。マシンとライダーがシンクロし、ライダーの意のままに操れるイメージを持たせている(図13)。



図13 モタード的ライダーコンタクトエリアで魅せる自由自在

3-1-3-4. 軽快感の表現

軽量化したボディによる軽快なハンドリングの表現に注力した。外装パーツ類のない骨格状態での本質的な凄みを表現するため、カバー類を極力減らし、骨格での機能表現に注力している。

3-1-4. 「MT-09SP」

「MT-09」に対してより高い車速域で楽しむことと、クラスを超えた上質感、所有感を提供することを目的に上級バージョンの「MT-09SP」も設定した。フルアジャスタブルな前後専用サスペンションや専用カラーリングを採用した。フロントフォークは、インナーチューブに DLC コーティングを採用し、フリクション低減により作動性を向上、上質な乗り心地を実現するとともに、ブラックの外観が精悍な印象となっている。ツーリングでの快適性に貢献するクルーズコントロールシステムも装備している。

3-2. 「Tracer 9 GT」

3-2-1. 刺激的な走りと安定性の両立

刺激的な走りを楽しむために、エンジンは「MT-09」と同時に開発し、ライダーを支援する IMU による制御も「MT-09」同様に採用した。軽量の「SPINFORGED WHEEL」とメインフレームは「MT-09」と共通であるが、ツーリングで積載しながら高速走行するようなシーンでの直進安定性を高めるために、専用設計のスチールパイプ製リヤフレームと、「MT-09」に対して、60mm 延長した専用設計のアルミ製ロングリアアームを採用した。ヘッド

パイプ後ろのステーやエンジン懸架のブラケットを専用チューニングすることでも、剛性バランスの最適化を行った(図14)。



図14 共通フレームと専用設計のリヤフレーム、リヤアーム

また、タイヤはブリヂストンと共同開発した新作タイヤ「Battlax Sport Touring T32」を採用した(図15)。新型「Tracer 9 GT」に合わせ専用チューニングを行った。

これにより、「Tracer 9 GT」は、刺激的な走りと安定性を高次元で両立することができた。



図15 専用タイヤ

3-2-2. 刺激的な走りと快適性の両立

「Tracer 9 GT」にはスポーツ性と乗り心地の両立を図るため、KYB 社と共同開発による電子制御サスペンション「KADS」を採用した。走行状況に応じ最適な減衰力を発揮し、優れた乗り心地、接地感をもたらす。

仕組みは6軸の IMU と ECU、HU の情報にもとづき、SCU (Suspension Control Unit) が、減衰レベルを最適化する(図16)。減衰力の調整機構には、ヤマハ初となるソレノイド駆動を用いており、素早く減衰力を調整できる。またこの新減衰調整機構は、減衰を大きく変化できることも特徴である。

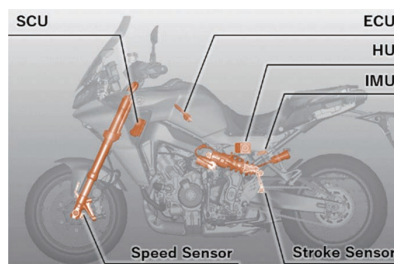


図16 電子制御サスペンション システム構成

ピストン低速時でもしっかり減衰力を発生させ、発進時の車輪姿勢の安定化にも貢献する。その他、加減速時の車輪姿勢安定化、旋回時の走行性に効果がある。フロントは伸側・圧側減衰力を、リヤは伸側減衰力を調整する。モードは、スポーツモード(A-1)とコンフォートモード(A-2)を設定した(図17)。A-1モードは、ドライのスポーティな走りを主体にウエットにも対応できるモードとし、A-2は、アスファルトの継ぎ目や、石畳路など、荒れた路面での快適な乗り心地を狙ったモードとした。

これにより、目的地までの快適な移動と、ワインディングでの刺激的な走りを高いレベルで両立することができた。

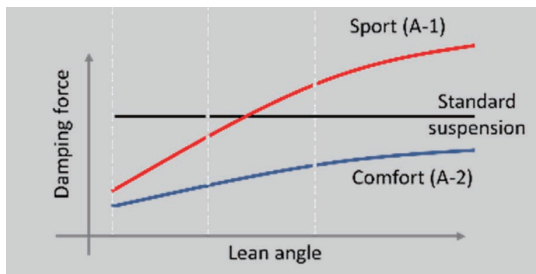


図17 減衰力特性イメージ

3-2-3. 多用途性の向上

スポーツツアラーとして、多用途性をさらに高めるため、純正アクセサリーのトップケースとサイドケースの合計3バッグを搭載可能な仕様とした。上側のサイドケース取付用ステーは、車両本体装着とし、は新たにダンパー内臓の構造とした(図18)。サイドケースの振動を車体と切り離しながら、ダンパーで減衰させることで、高速走行時の高い直進安定性を実現した。また、積載しない状態と積載した状態でのハンドリングの変化も少なく、積載時でも走りを楽しむことが可能である。

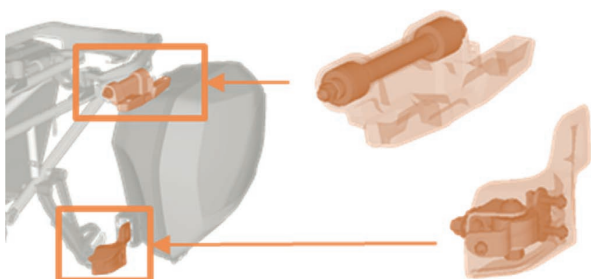


図18 サイドケース懸架構造

ロングツーリングに使っていただくことを考え、夜間の走行にも快適性の向上を図った。そのために新開発のLEDコーナリングランプを採用している。車速5km/h以上で、バンク角が7度を超えるとハイビーム・ロービームいずれの場合もイン側の

コーナリングライトが点灯を開始し、バンクが深くなるに伴いリニアに明るくなる。照射エリアが広がることで夜間走行でのライダーの負荷軽減を図った(図19)。またエイミング(光軸)の最適設計により、コーナリングライトとヘッドライトの照射範囲の間に暗がりがない、シームレスな照射となっている。

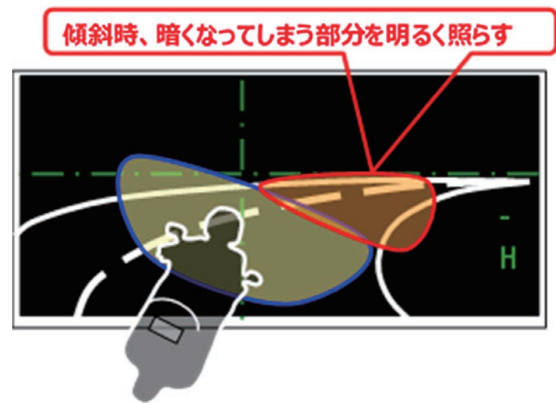


図19 コーナリングライト照射イメージ

バンク角検出は、IMUの高速演算処理で行い、通信によりコーナリングライトコントロールユニットにて点灯する仕組みである。コーナリングライトは、「FJR1300AE」に続く2機種目の採用となる。片側3灯のLEDが調光しながら点灯する「FJR」に対し、「Tracer 9 GT」は片側1灯のLEDの明るさが徐々に上昇し、機能的かつ質感の高い配光となっている。

3-2-4. スタイリング

スタイリングコンセプトは、“Agile & Minimalist Traveler”である。旅慣れた人は両手を自由に使って身軽に動けるバックパックで荷物を運ぶ。そんな“機動性と機能性”をデザインで表現した。そこに求められるのは、旅のプロフェッショナルが使う道具のような雰囲気である。モーターサイクルに置き換えれば、最適なウインドプロテクションや走行に必要な機構のミニマム化と積載物のインテグレーションである。

スタイリング創作のキーワードは“Professional Traveler”と“Tour Invitation”とおき、意匠のための要素をなるべく取り除くことで、旅するための機能を最優先にしたバックパックのような印象を創り上げた。

3-2-4-1. “Professional Traveler”

「MT-09」がもつ超凝縮マスのPFをもとに、最適なウインドプロテクションのための最小限の機構を追加した。そのために、スクリーン、フロントカウル、ブラッシュガードをライダーに寄せたデザインとしている。さらに機動性と機能性に絞ったコンパク

トな灯火器を採用することで、旅のための機能を最優先した“Professional Traveler”を表現した。

ハードケース装着時のスタイルは、積載物のインテグレーションによる身軽な印象を具現化している(図20)。コンパクトな灯火器とライダーに寄せたウインドプロテクションパーツは、機動性や機能性の表現だけでなく、PFの特徴である凝縮マスの視覚化や先進的な表情にもつながっている。



図20 スポーツライディングを楽しむための積載インテグレーション

3-2-4-2. “Tour Invitation”

目的地へ向かう推進力表現や視界・可動範囲の広さを感じる表現により、旅に出たくなる雰囲気を持たせた。最適なウインドプロテクションを確保するスクリーンやフロントカウルにより、推進力・進む方向を指し示す“Arrow Silhouette”を形作っている(図21)。



図21 推進力を感じるアローシルエット

スクリーン、フロントカウル、ブラッシュガードは、ウインドプロテクション機能や“Arrow Silhouette”の構成部品としての役割だけでなく、視覚的に“ボディの凝縮感”と“抜け感(軽快感)”をバランスさせたデザインとした。

加えて、コンパクトなブラッシュガードやフローティングさせた3.5インチダブル TFT メーターは広い視界や、ハンドル切れ角の可動範囲の確保に貢献し、旅の中での軽快なハンドリングや風景を楽しめそうな雰囲気を出している。

メインシートは、長時間のライディングも楽しめる快適性や、ホールド性と足つき性をバランスさせたデザインとした。タンデムライダーの快適性も重視し、厚みのあるタンデムシートを採用している。グラブバーは、腰のホールド性やタンデムグリップの握りやすさと車体デザインの調和を図ったデザインとした。

4 おわりに

前述の通り、それぞれ特徴的で大きく個性が異なる2モデルを開発することができた。それは、クラストップレベルの商品競争力と高い汎用性に着目し、軽量・スリム・コンパクトな車体とトルクフルかつ官能的なエンジンを軸に PF を開発してきた結果に他ならない。

「MT-09」と「Tracer 9 GT」は、電子制御や新技術によるフィーチャーなどが注目されやすいが、開発を進めるにあたっては、それらの進化が、お客さまが乗るたび・使うたびに喜びを感じてもらえるように実機での官能評価を大切に、試行錯誤を重ねて作り込んでいる。このヤマハの“人機官能”思想により生み出された感動を、多くのお客さまに体感していただくことを期待する。

■ 著者



写真提供: レスボンズ

北村 悠

Yu Kitamura

PF 車両ユニット

PF 車両開発統括部

SV 開発部