

製品紹介

Dual Suspension eMTB の開発

Development of the Dual Suspension eMTB

渡邊 岳 江口 宗光 中林 雄介 関屋 広彰



Abstract

The PAS (Power Assist System) is a bicycle that assists the peddling power of people with an electric motor. Yamaha Motor Co., Ltd. (hereinafter referred to as “the Company”) developed and sold it as a new product across the world from 1993. The domestic electrically power assisted bicycle market, which initially started with PAS, has expanded to more than 700,000 units, and in 2015, in anticipation of further demand creation, as a pioneer in the Japanese sports electrically power assisted bicycle (hereinafter, E-Bike) market, the “YPJ” brand was launched and expanded to the US market in 2018, with a total of 6 models (7 models for the US) from on-road to off-road scenes by last year.

The Yamaha E-Bike is an electrically assisted bicycle, however by embodying the original enjoyment of riding a bicycle, we aim to shift the value from “electric assist for an easy ride” to “electric assist for more enjoyment.” It has become established in the Japanese E-Bike market as a product designed to enjoy.

This Yamaha E-Bike series has a new full suspension electric assist MTB (hereinafter, eMTB), which has been introduced as the “YPJ-MT Pro” for Japan, and the “YDX-MORO Pro/YDX-MORO” for the United States. This report introduces the overview of the models.

1 はじめに

電動アシスト自転車 PAS (Power Assist System) は、電動モーターで人の漕ぐ力をアシストする自転車であり、ヤマハ発動機株式会社 (以下、当社) が1993年に世界新商品として開発・販売した。当初 PAS からスタートした国内電動アシスト自転車市場は70万台を超える規模に拡大する中、さらなる需要創造を見据えて2015年に日本のスポーツ電動アシスト自転車 (以下、E-Bike) 市場の先駆けとして「YPJ」ブランドを立ち上げ、2018年には米国市場にも展開し、昨年までにオンロードからオフロードまで合計6機種 (米国向けは7機種) を展開するに至っている。

ヤマハ E-Bike は、電動アシスト自転車でありながら自転車本来の走りの楽しさを具現化することで「楽しむための電動アシ

スト」から「より楽しむための電動アシスト」への価値転換を図り、乗って楽しむ趣味材として日本の E-Bike 市場に定着している。

このヤマハ E-Bike シリーズに、新たにフルサスペンション電動アシスト MTB (以下、eMTB) を、日本向けは「YPJ-MT Pro」、米国向けは「YDX-MORO Pro/YDX-MORO」 (以下、本モデル) を投入したので、その概要について紹介する。

2 開発の狙い

2015年、2016年に発売した「YPJ-R」「YPJ-C」は、バッテリー容量を絞ることでバッテリーの小型化を図り、車両全体でも軽量化を狙った、趣味性の高い E-Bike として高い走行性能を備えたモデルであった。続いて2018年に発売した4機種は15年モデルより大容量のバッテリーを搭載し、3機種は通勤や街乗りは

もちろん、サイクリングや自転車旅などの長時間のライドを可能にした。1機種は街乗りからオフロード走行までカバーできるハードテイル eMTB で、幅広い走行シーンを狙ったモデルであった。

本モデルは、既存のハードテイル eMTB「YPJ-XC/YDX-TORC」に対し、オフロード専用モデルとし、オフロードでの登り、下りの両シーンでより高い走破性を得るために前後にサスペンションを装備した Dual Suspension eMTB である。ドライブユニットは欧州／北米 E-Bike 市場で高い評価を得ている「PW-X2」を搭載し、前モデルの「PW-X」より高ケイデンスに対応している。ハイレスポンスのアシスト性能は「YPJ-XC」を踏襲し、Dual Suspension フレームとセミファットタイヤを備える本モデルに向けてチューニングを施した。

3 開発の取り組み

3-1. フレーム

リンク形式は市場実績から信頼性が高い HORST LINK を採用した。また、走行時の軽快性をもたせるためリヤショック配置は横置きとした。

フレームはハイドロフォーミング製法で成形されたアルミパイプと鍛造部品で構成されている。大容量バッテリーを採用しつつコンパクトさも追及するべく、ツインダウンチューブを採用した(図1)。多くのメーカーが採用している開放面を持たせたコの字断面のチューブに対し、断面を閉断面とすることで剛性の確保を容易にした。バッテリーをダウンチューブの上に乗せず、二本のダウンチューブの間に配置することで機能面では低重心



図1 特徴的な造形のツインダウンチューブ

を実現した。バッテリーをフレーム部材で覆い隠さないことで軽快感のあるスタイリングとした。

本フレームのもう一つの特徴となるのがリヤショックを挟み込んでいるツイントップチューブである。先に決定されたリヤショック配置と低いスタンドオーバーハイトを両立させるためにツイントップチューブを採用した。ペダリングに影響が無いトップチューブ幅に抑えるため、前部は閉じた断面のパイプ形状とし、リヤショック取付け部を有する後部は鍛造部品で成形し、異なる工法で製造した素材で構成することによりトップチューブ幅と軽量化を実現することができた(図2)。また、ツイントップチューブの間には車載充電口を配置した。バッテリーの配置同様にモーターサイクルをイメージさせるデザインに仕上げている。



図2 異なる工法で構成したツイントップチューブ

3-2. 車体特性

ハードなオフロード走行に耐える信頼性の確保、高い操縦安定性の実現をターゲットに評価と作り込みを行った。

信頼性評価については、オフロード競技用モデル「YZ」の開発を参考に、実際の走行から計測した応力を軸とした評価手法を新たに導入した。国内 MTB コースにおいて様々な走行条件を設定し、応力計測を実施した(図3)。計測結果を評価条件に設定することで、実走評価の台上化を実現した。



図3 評価ライダーによるライディングシーン

操縦安定性の作り込みについては、これまで開発経験のなかったリヤサスペンションの作動性評価から着手した。リヤリンクを構成するフレームの剛性がリヤサスペンションの作動性に大きく寄与することから、試作、検証を重ね適切な剛性を作り込むことで高い路面追従性を実現した。また作動性の改善が進むにつれ操縦安定性を確保するために必要なダンパー特性が変化することが分かり、剛性作り込みと並行してリヤショックのダンパー選定も行った。車体ジオメトリについては、低速から高速まで幅広い速度レンジで安定性を確保しながら、軽快感も失わないよう注意して作り込み、初級者から上級者まで楽しめる乗り味を追求した。またダウンヒルでの特性だけでなく、アップヒルでのトラクション性能も重視する車体部品構成とすることで、eMTB ならではの「登りが楽しい」走行感に磨きをかけた。

3-3. MTB 特化のアシスト

3-3-1. ドライブユニット

本モデルのドライブユニットは、MTB に特化して開発した「PW-X」の後継である「PW-X2」を採用した。

「PW-X」の特徴である「高出力」「素早い応答」「小型軽量」を維持しながらも、制御ソフトを新たに開発することにより高ケイデンス領域でのアシストを向上させた(図4)。

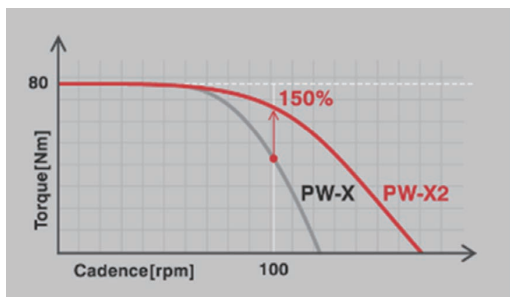


図4 ケイデンスとモータートルクの関係

3-3-2. オートマチックアシストモード

本モデルはオートマチックアシストモードを新たに採用した。オートマチックアシストモードは走行状況に応じてアシストモードを自動で切り替えることにより、ライダーのアシストモード切り替え操作を減少し、ライディングにより集中することができる(図5)。

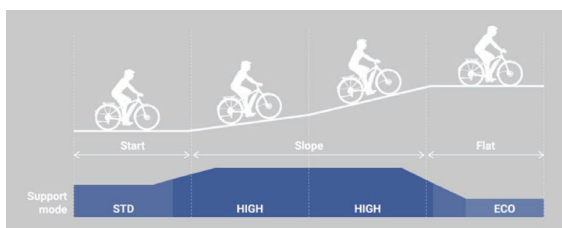


図5 オートマチックアシストモードのイメージ

3-3-3. MTB モード

米国市場向けの本モデルには新たに開発した MTB モードを採用した。ECO ~HIGH モードは、一定走行時の負荷低減を目的としているのに対して、MTB モードはテクニカルな走路での走行を主に考慮した。タイトな登りコーナーなどではペダリングが一定にならず、止める、漕ぐ、の繰り返しとなる場合がある。そのような状況で人の入力踏力への追従性を上げる制御をすることによりメリハリのあるアシストを提供し走破性を向上させる一助となる。

4 おわりに

今回紹介した「YPJ-MT Pro」「YDX-MORO Pro/YDX-MORO」では新規にフレームとアシスト制御ソフトの開発等に取り組み、本格的な MTB トレイルに十分な性能を発揮できる eMTB を商品化することができた。本モデルが加わり合計7機種(米国向けは8機種)のラインナップとなったことにより、E-Bike の新たなニーズが広がり、ヤマハファンがさらに増える一助となれば幸いである。

■著者



渡邊 岳
Takeshi Watanabe
ランドモビリティ事業本部
SPV 事業部
開発部



江口 宗光
Munemitsu Eguchi
ランドモビリティ事業本部
SPV 事業部
開発部



中林 雄介
Yusuke Nakabayashi
ランドモビリティ事業本部
SPV 事業部
開発部



関屋 広彰
Hiroaki Sekiya
ランドモビリティ事業本部
SPV 事業部
開発部