

Plugged YAMAHA to New Era「E01」の開発

Development of Plugged YAMAHA to New Era “E01”

丸尾 卓也 中尾 利樹 神田 栄作 後藤 慎太郎 桃井 雅之 矢崎 勝也 秋元 雄介



Abstract

In recent years, concerns over the environmental impact of CO₂ emitted from various economic activities have raised environmental awareness around the world. In particular, the automotive industry is attracting attention, and environmental regulations are becoming stricter in many countries to meet the 2050 CO₂ reduction target established in the Paris Agreement. In such an environment, there are high expectations for EVs, which do not emit CO₂ while driving. In this context, the company has developed the “E01,” an EV scooter with performance equivalent to the globally popular 125 cm³.

1 はじめに

近年様々な経済活動にて排出されるCO₂による環境への影響が懸念され、世界各国での環境意識が高まっている。とりわけ自動車業界への注目度は高く、パリ協定で制定された2050年CO₂削減目標に向け各国の環境規制が強化されている。そうした中、走行時に排出ガスを出さないEVに期待が寄せられている。

こうした背景から世界的に人気の高い125cm³相当の性能を持つEVスクーター「E01（イーゼロワン）」を開発した。

2 開発の狙い

2-1. PoC（仮説検証；Proof of Concept）

本モデルは顧客ニーズの把握、周辺ビジネスの可能性、新たな市場開拓などを目的としたPoCモデルとしての市場導入を行う。導入先は欧州、日本、台湾、インドネシア、タイ、マレーシアの国々へ、台数を限定しての運用とする。

2-2. 開発コンセプト

EVの魅力、価値を多くの人に知ってもらうことで将来の普及に繋がってほしいとの意思を込め、開発コンセプトを“Plugged YAMAHA to New Era”と設定した。

そのためにはEVの特徴である「クリーン」「低振動、低騒音」「低中速の高トルク」を「毎日の通勤通学でCO₂削減」「疲れにくく、早朝深夜でも気を遣わない」「渋滞路、市街地での乗りやすさ」というEVの魅力に置き換えることが重要だと考え、世界的に支持されている125cm³相当スクータータイプがこのコンセプトに最適であると判断した。

3 開発の取り組み

3-1. PT（Power Train）の開発

125cm³相当のEVを初めて自社開発するということで、ゼロからのパワートレイン開発が始まった。その目標には、下記の動力性能を設定した。

- ・ 最高車速：100km/h（メーター読み）
- ・ 航続距離：100km（60km/h定地走行テスト時）

3-1-1. モーター

二輪車に採用するモーターにはコンパクトかつ高回転での使用が求められる。そのため「E01」専用となる空冷永久磁石埋込型同期モーター（IPMSM）の新規開発を行った（図1）。



図1 車体フレームヘリジット搭載されたモーター（イメージ）

これによりわずか0～2,000rpmの低回転域で30.2Nmもの高トルクを発生させ、3,500～7,800rpmという幅広い回転域で高出力を発揮し続けるパワーバンド特性を実現した（図2）。

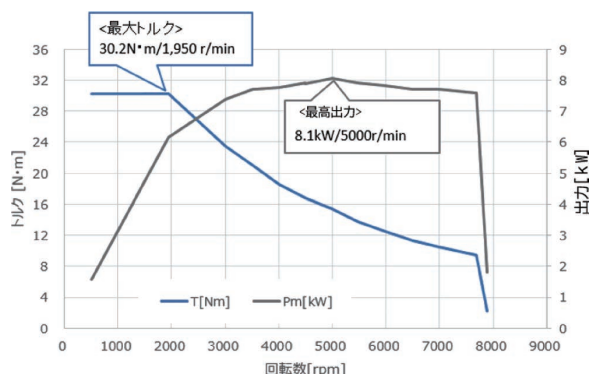


図2 トルク・パワー特性（PWR モード）

この特性により従来のスクーターにあった変速機構造（CVT）とクラッチが不要になることで、渋滞路・低速走行時の扱いやすさと全域でのリニアな加速感をもたらした。

さらに静粛性にも大きく貢献しており、40km/h 走行で比較した際の騒音値は約58dB と、同カテゴリのエンジン車と比べ約10dB 程静かな走行を可能としている（図3、図4）。

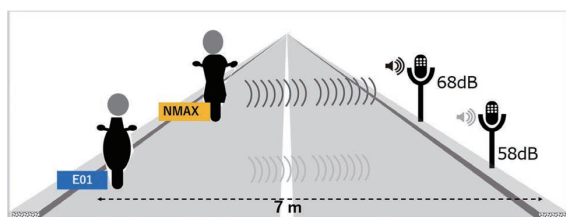


図3 40km/h 走行時、反対車線側歩道での走行音比較
125cm³スクーターNMAX の68dB（新幹線車内※1レベル）に対しE01は58dB（銀行の窓口周辺・博物館の館内※1レベル）です。

※1 下記【ご参考】ご参照

【ご参考】

《騒音の目安》※

- 50dB・・・●高層住宅地域（昼間）
●役所の窓口周辺
- 60dB・・・●銀行の窓口周辺・博物館の館内
●ファミリーレストランの店内
●コーヒーショップの店内
- 70dB・・・●新幹線の車内
●主要幹線道路周辺（昼間）
- 80dB・・・●航空機の機内

※環境省「生活騒音パンフレット」（2019年3月発行）より

図4 騒音値の目安

この扱いやすい特性、高い静粛性を獲得したことで、「E01」はEVの魅力を充分に引き出した非常に上質なクルージングを可能としている。

3-1-2. Li バッテリー

電源は二輪車専用に自社で開発・組み立てた大容量かつ高出力を両立する車両固定型のリチウムイオンバッテリーとなる。その容量は4.9kWh（社内計測値）で、満充電での航続距離は104km（60km/h 定地走行テスト時）を達成した。

またバッテリーケースはCF アルミダイキャスト製であり、ヤマハ発動機が長年培った鋳造技術と加工技術を融合することで、コンパクトで軽量の車両構成に貢献している。これによりバッテリーをシート前方へ配置することができ（図5）、ヘルメットが入るシート下収納を実現した。



図5 車体フレームに搭載されたバッテリーとモーター（イメージ）

3-1-3. コントローラー

EVという電子制御で駆動するユニットにおいて、そのコントローラーは非常に重要な役割を担っている。「E01」では3種類の電子制御デバイス「VCU」「BMS」「MCU」を搭載している（図6）。

VCU(Vehicle Control Unit)は速度センサー、APSG(Accelerator Position Sensor Grip)など各種車体センサーからの情報を統合演算することで「BMS」「MCU」に適切なエネルギー制御を指示する。

BMS(Battery Management System)は電流、電圧、使用頻度、温度などのバッテリー状況を検出、管理を行うことで、高効率かつ安定したエネルギーマネジメントを保証している。

MCU(Motor Control Unit)は VCU、BMS より送られるトルク指令値を元にモーターへ送るエネルギーを制御している。

これらの緻密な制御により、エンジン車を思わせる扱いやすい出力特性、3段階 (PWR、STD、ECO) の走行モード、1km/h で後進するリバースモード、エンジンブレーキを想起させる回生ブレーキ、TCS(トラクションコントロールシステム)の搭載を可能とした。

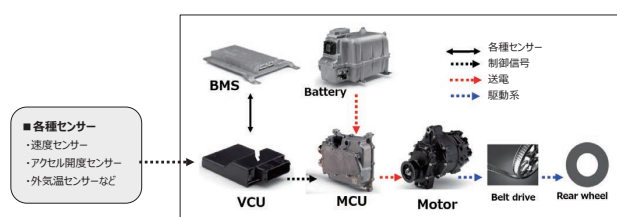


図6 電子制御の流れ (イメージ)

3-2. 車体の開発

通勤・通学用途のスクーターに於いても YAMAHA 独自の開発思想である“人機官能”に基づく操る喜びは非常に重要となる。そこで車体開発では各部品を新規開発し、「E01」にとって最適な車両ディメンジョンを追及している。

3-2-1. フレーム&リアアーム

優れた走行性能を実現するため高強度・高剛性に優れたバックボーンフレームを新規開発した。重量物であるバッテリー、MCU、モーターを中央に包み込むフレームワークによりマスの集中化と、前後分布荷重はおおよそ50:50配分を実現した(図7)。

さらに後輪懸架には当社のスポーツバイクで実績のあるCFアルミダイキャスト製スイングアームを採用し、軽量かつ高剛性を実現した。

これらによってスポーツスクーターのような高い安定性とライダーの意図通りに駆け抜ける操縦性能を獲得することができた。

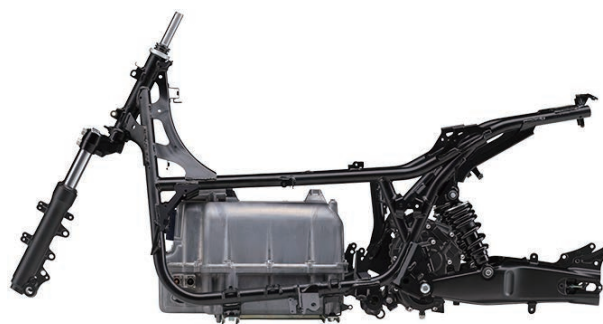


図7 車体フレームに搭載されたバッテリーとモーター (イメージ)

3-2-2. サスペンション

フロントにはインナーチューブ径Φ33の正立式テレスコピック、リアには大径コイルバネの2本式サスペンションを車両中央に配置した。これにより30.2N・mという大トルクを吸収しつつコーナリング時のリア振れを抑えることで、高い運動性能を実現している。

また前後のホイールトラベル量を100mm/90mm 確保し衝撃吸収に優れた減衰特性のバランスによって、石畳などの荒れた路面でも快適で上質な乗り心地を体感することができる。

3-2-3. ドライブ方式

EVらしい静粛性、チェーンメンテナンスからの解放のため、新設計のベルトドライブを採用した(図8)。前述したモーター特性も相まって高い静粛性を獲得したほか、注油等のメンテナンスが不要となる利点がある。



図8 後輪のベルトドライブ構造

3-2-4. 12V 電源と灯火器

「E01」では87.6Vの動力用電源とは別に、12Vの補器電源を持つ。これにより既存エンジン車の電装システムを共用することが可能となった。さらに灯火器は全てLEDとし、省電力に貢献しつつもスタイリッシュで洗練された外観を実現している。

3-3. 充電システムの開発

バッテリーへの充電は1種類の車体コネクターへ3種類の充電器からの充電が可能な新システムを開発した。市場での使用環境、用途に応じた選定を可能とした。

3-3-1. 充電コネクタ

充電コネクタは駐輪時の充電作業のしやすさを考慮し、車両前面に配置している(図9)。



図9 フロントに設けた充電コネクタ

3-3-2. 急速充電器

シェアリング会社、二輪ディーラー等への設置に適した充電器を用意した。1時間の充電で残量0%→90%までの充電が可能であり、1台の親機に1～3台の子機が接続される。

3-3-3. 普通充電器

自宅等の私有地への設置に適している。200V 電源で作動し、5時間の充電で残量0%→100%の充電を可能とする。

3-3-4. ポータブル充電器

シート下へ収納し携帯することができる(図10)。100V 電源で作動し、14時間の充電で残量0%→100%の充電が可能である。



図10 シート下トランクに
収納できるポータブル充電器

3-4. 通信機、Web アプリの開発

PoC で車両情報を取得するため、CCU (Communication Control Unit) を搭載した。これには3G/LTE 通信を行う e-SIM と GPS が搭載されており、車両の使用情報がアップロードされる。

またそれらの情報は Web アプリにアクセスすることでユーザーも利用可能となる。走行ログ、バッテリー残量、最終駐輪位置などのデータが確認できる。

このデータ収集から、将来的な二輪 EV 利用団体、運転者のニーズを推測し、社会ニーズに応じたインフラ提唱や、その知見を製品開発へ反映していく。

4 おわりに

これまでヤマハ発動機が培ってきた67年間の二輪車開発技術、1991年 TMS の Frog 発表から31年間の二輪 EV 開発技術を結集した最新鋭のモデルがこの「E01」となる。できるだけ多くの方々に EV モデルならではの魅力を体験していただければと思う。

ヤマハ発動機はより快適で楽しい将来に向けて、「E01」で得た知見を生かして世の中へ新たな感動を創造し続けていく。

■ 著者



丸尾 卓也
Takuya Maruo
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
CV 開発部



中尾 利樹
Riki Nakao
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
CV 開発部



神田 栄作
Eisaku Kanda
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
車両実験部



後藤 慎太郎
Shintatou Gotou
PF 車両ユニット
電子技術統括部
電子システム開発部



桃井 雅之
Masayuki Momoi
パワートレインユニット
PT プロダクト開発統括部
第1PT 設計部



矢崎 勝也
Katsuya Yazaki
パワートレインユニット
PT プロダクト開発統括部
第1PT 設計部



秋元 雄介
Yusuke Akimoto
PF 車両ユニット
電子技術統括部
電子システム開発部