

## 「E01」電動コンポーネント技術紹介

“E01” Electric Component Technology

後藤 慎太郎 清水 司 矢崎 勝也 山崎 好紘 上岡 隆真

### Abstract

Since announcing the electric scooter “FROG” at the Tokyo Motor Show in 1991, Yamaha Motor has continued to develop electric models.

In its production of class-1 mopeds, Yamaha Motor was able to hone the company’s development technology through models such as the “Passol”, “EC-02”, “EC-03”, and “E-VINO”. However, the “E01” is the first electric version that achieves a 104km range<sup>\*1</sup>.

The “E01” has practicality and comfort as a class-2 moped scooter (less than 125cm<sup>3</sup>) and has a specification suitable for short to medium distance travelling (such as commuting). To achieve these specifications, the company took on the challenge of developing new technologies that were not previously available.

This article introduces an overview of the electrical components and new technologies of the electric systems that form the core of the “E01”.

In addition, in the Yamaha Motor Group Environmental Plan 2050 announced last year, the company set a goal of reducing CO<sub>2</sub> emissions by 2050 in Scope 3 (mainly during product use) by 90% compared to 2010. The “E01” is a strategic model for electric products aimed at achieving this goal.

## 1 はじめに

当社は、1991年に「東京モーターショー」で電動スクーター「FROG」を発表して以来、継続的に電動車を開発してきた。

原付一種クラスの生産においては「Passol」、「EC-02」、「EC-03」、「E-VINO」等を通し、その開発技術を成熟させてきたが、今回初めて航続距離104km<sup>\*1</sup>を達成する電動二輪車「E01」を開発した。

「E01」は原付二種クラス(125cm<sup>3</sup>以下クラス)のスクーターとして十分な実用性と快適性を持ち、短～中距離移動(通勤)に適した仕様となっている。これらの仕様を達成するために、過去開発実績のない新たな技術にもチャレンジした。

当稿では「E01」の心臓部となる各電動コンポーネントおよび電動システムの新たな技術を中心に概要を紹介する。

また当社は昨年発表した「ヤマハ発動機グループ環境計画2050」において、2050年までに「スコープ3(主に製品使用時など)におけるCO<sub>2</sub>排出量を2010年比で90%削減する目標を掲げており、「E01」はその目標達成に向けた電動製品戦略車となっている。

## 2 バッテリーパック

「E01」のバッテリーパックを紹介する。外殻となるバッテリーケースの中には、バッテリーセルの集合体であるバッテリーセルモジュールと、バッテリーセルの温度や電圧を監視するBMS

(Battery Management System)と、リレー回路により電力の供給・遮断・分配を行うジャンクションボックスを内蔵している。

バッテリーセルは、民生用ではなく自動車用に開発された高出力で高エネルギー密度のセルを採用した。これにより、最高速度100km/h<sup>\*2</sup>の出力特性を達成している。また、4.9kWhの大容量を確保することで、航続距離104km<sup>\*1</sup>を達成している。

前記性能を持つバッテリーセルを物理的に保護する役割も担うバッテリーケースは、保護機能と小型化の両立を狙いCFアルミダイキャスト製とした(図1)。これにより、バッテリーセルを保護しつつ、当社125cm<sup>3</sup>スクーター「NMAX」相当の車格に収まるコンパクトなバッテリーパックとなっている(図2)。

また充電についてはお客さまの使い方の多様性に配慮し、後述する3種類の充電器に対応させた仕様となっている。



図1 CFアルミダイキャスト製を採用したバッテリーケース



図2 4.9kWhの大容量ながら「NMAX」相当の車格に収まるコンパクトさ

### 3 充電器

「E01」はお客様の使い方の多様性に配慮し、ポータブル充電器・普通充電器・急速充電器の3つの充電器に対応させた。3つの充電器は接続部を共通化しており、ユーザーの使用環境や用途に合わせて充電器を選択できる。この点が「E01」の大きな特徴となっている。ここでは、今回開発した3つの充電器の概要について紹介する。

1つ目のポータブル充電器(図3左)は車両標準装備とし、ヤマハ発動機の二輪車として初めて車載に対応させた。家庭用コンセントでの充電が可能であるとともに、車載に耐える耐久性と、シートボックスに収納可能な携帯性を両立させた。出力は400Wで幅広いシーンで利用できる充電器となっている。

2つ目の普通充電器(図3中)は、自宅等の私有地への設置を想定して開発した。200Vコンセントを電源とし、1kWの出力により約5時間で満充電が可能であり、通勤など連日の使用にも十分対応できる仕様としている。

3つ目の急速充電器(図3右)は、オリジナルの充電システムを構築した。1時間で残量0%→90%まで充電が可能な仕様となっており、シェアリングビジネスや、インフラが整えば長距離移動に適した充電方法になると考える。

また、3つの充電器で共通して採用しているコネクタは、日本主導で開発を進めてきたLEV(Light Electric Vehicle)用急速充電器のIEC 62196-6規格のコネクタを採用している。コネクタ自体を小型にでき、120V・100A以下という範囲で、ポータブル充電器から急速充電器で広い用途で使える特徴がある(図4)。

3つの充電器の開発においては充電システムの開発および新規コネクタの採用、国際標準化と挑戦の多いプロジェクトとなった。

これらの充電方式をそれぞれお客様に体感していただき、使い勝手をフィードバックしていただくことで、二輪EVの知見を蓄え、今後もより利便性の高い充電器の開発に反映していきたい。



図3 (左)ポータブル充電器・(中)普通充電器・(右)急速充電器の外観



図4 IEC 62196-6規格のコネクタを採用接続部を共通化することで様々なタイプの充電器を利用できるようにした

### 4 パワーユニット、モータ

前方にバッテリーパック、MCU(Motor Control Unit)が配置され導風が難しい状況で、車両のフレーム内にパワーユニットを配置する必要があり、高いレベルの小型化が求められた(図5)。

巻線(図7)は、効率よく配置可能な平角線にて、原付二種クラスの出力帯に適した集中巻きとし、冷却は、導風が難しい状況でコイルの熱を効率的にケースへ伝え外気へ放熱する構造を取り、空冷モータとして業界最高レベルの出力密度、トルク密度、高効率化を実現した(図6)。



図5 「E01」パワーユニット

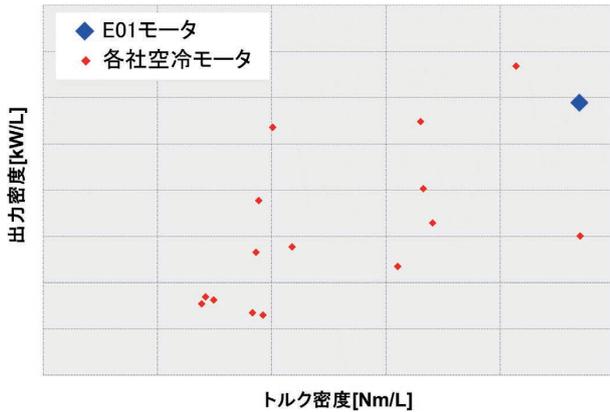


図6 空冷モータ 出力密度／トルク密度マッピング



図7 巻線画像

最大トルクは発進～1,950r/minの低回転で30N・m、最高出力は8.1kW/5,000r/min、幅広い回転域で出力を発揮する。低回転からのトルク特性と幅広いパワーバンドにより全域でのリニアな加速感を実現した。平角線を用いたことで広い運転領域で高効率を実現し1充電の走行距離104km(60km/h 定地走行テスト)にも貢献している。

また、EVの魅力である静粛性の高さを生かすため、開発初期段階からトルクリプルを抑制する磁気回路の適性化と、駆動伝達系の作り込みを行い、極めて静かな走りを実現した<sup>\*3</sup>。

## 5 EV システム

ヤマハらしい電動車の実現に向けて、過去から培ってきた制御技術をベースに、「E01」では新たなシステム開発を行った。

「高効率と高出力」を両立させるため、3個の電子制御デバイス、「VCU」「BMS」「MCU」で互いの情報を共有して統合制御を行っている(図8、図9)。

BMSが電流、電圧、温度などのバッテリー状況をもとに最適な放電・充電特性を演算し、VCU(Vehicle Control Unit)が、この情報に加え、ユーザーのアクセル操作量や、車速センサーなどの車両の各種情報から最適なトルク値を演算し、MCUがモーター

タ特性に応じて最適な電流でモーターをコントロールする。これらの制御を瞬時に行うことで、力強くも扱いやすく、ヤマハらしいなめらかな走行特性を実現している。

また、以下の制御機能も「E01」において新たに作り込みを行い、搭載した。

- ・ 走行環境、好みに応じて選択できる3つの走行モード
- ・ 約1km/hで後進するリバースモード
- ・ エンジン車のエンジンブレーキを再現した自然な減速フィーリングの回生ブレーキ
- ・ スムーズな発進を支援するトラクションコントロールシステム

「E01」での実証実験にあたっては情報収集のため、CCU(Communication Control Unit)を搭載している。eSIMとGPSを内蔵しており、VCUの情報と統合し、車両情報(位置情報・走行状況)をヤマハ発動機のWebサーバに定期的にアップロードを行う。Webアプリケーションにアクセスすることで、走行ログ、バッテリー残量、最終駐車位置などが確認できる。当社はこれらのデータを分析することで今後の製品開発にフィードバックを行っていく。

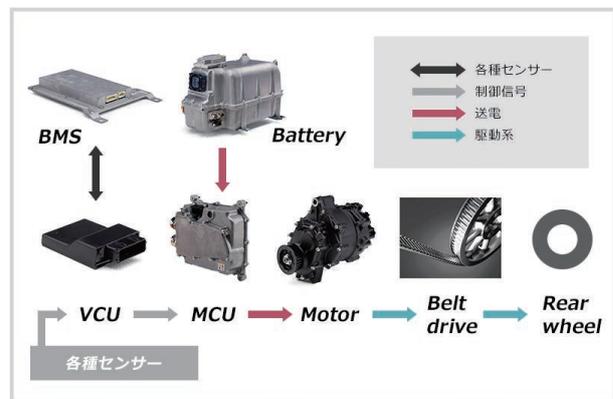


図8 システム概要1

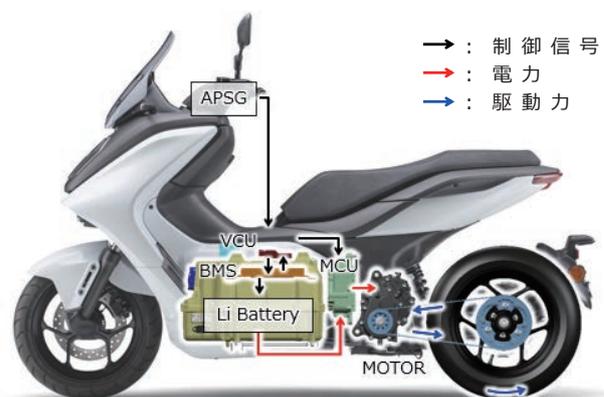


図9 システム概要2

## 6 おわりに

「E01」は、前述したようなコンポーネントおよび車両全体の作り込みによって、今までにない「次世代の乗り物」と言ってふさわしい、静かで上質な乗り物に仕上げることができた。

これを達成できたのは技術開発だけでなく、新たな開発体制の構築や新規サプライヤの開拓など、社内関係部門の妥協のない努力の結果である。

電動車はエンジン車の置き換えと位置づけると、航続距離や電池を含む車両価格に大きな乖離があり、市場に浸透させていくのが難しい商材である。

「E01」はそういった背景を鑑み、実証実験用車両となったが、まずはお客さまにはエンジン車とは異なる「次世代の乗り物」としての新たな価値を感じていただければと考えている。

同時に我々開発者は、実証実験を通して得られた知見を活かしさらなる提供価値の創造、そしてたくさんのお客さまが購入できるリーズナブルな製品価格への作り込みを進め、ひいてはカーボンニュートラルを目指し低炭素社会へ貢献していきたい。

※1:日本仕様車60km/h 定地走行テスト値。各国仕様により数値は異なる。

また実航続距離は走行条件により変動する。

※2:メーター読み。走行条件により異なる。

※3:「NMAX125」75.2dB(A)「E01」62.2dB(A) ECE R41-04 Lwotでの比較。

### ■ 著者



後藤 慎太郎  
Shintarou Gotou

PF 車両ユニット  
電子技術統括部  
電子システム開発部



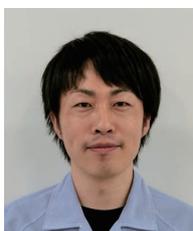
清水 司  
Tsukasa Shimizu

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



山崎 好紘  
Yoshihiro Yamasaki

パワートレインユニット  
プロダクト開発統括部  
第1PT 設計部



上岡 隆真  
Takamasa Kamioka

パワートレインユニット  
プロダクト開発統括部  
第1PT 設計部