

# 2021モデル Drive2 PowerTech ACゴルフカー の製品紹介

Product Introduction - 2021 Model Drive2 PowerTech AC Golf Car

佐藤 佑也 宮田 彰一郎



### Abstract

In North America, which is the largest market for the LLV (Low Speed & Light Vehicle) business, the quiet vehicle “Drive 2 QuieTech EFI” was first introduced in 2016. While its power source is an engine, it was as quiet as an electric vehicle (EL model). As a result, Yamaha succeeded in differentiating itself from competitors and solidified its position as the No. 1 gasoline engine vehicle (GAS model) manufacturer. However, the implementation of Yamaha Motor EL models has been lagging behind the introduction of other products that differentiate it from competitors. Normally, in addition to the high proportion of EL models in the golf car market, we would have expected to see even more EL models coming to the market in the future due to changes in the external environment, as well as the introduction of more competitive EL models becoming a priority for manufacturers.

Therefore, with the model concept of ““Boost” Enhance electric business,” we worked on increasing profitability by reducing costs while retaining our existing models strengths. In addition, by adopting the rear independent suspension developed in “QuieTech”, the ride quality improved and the model achieved its distinction from its competitors. Moreover, in order to compete with other models equipped with lithium-ion batteries, a maintenance-free AGM battery (described later) with a good balance of price and performance has been set as an option for this model. As a result, we are able to introduce the “Drive2 PowerTech AC,” a model that can compete with other models in terms of price, function, and performance. This paper introduces the model.

## 1 はじめに

LLV (Low Speed & Light Vehicle) 事業の最大市場である北米において、動力源はエンジンながら、電動車 (EL モデル) に負けない静粛性を実現した静音車両「Drive2 QuieTech EFI」を2016年に市場導入した。それにより、Yamaha は競合他社との差別化を図ることに成功し、ガソリンエンジン車 (GAS モ

デル) No.1の座を確固たるものにした。しかし、その一方で EL モデルでは競合他社差別化商品の導入に遅れをとっていた。

元々、ゴルフカー市場では EL モデルの比率が高いことに加え、外部環境変化により、今後より一層市場の EL 化が進むことが想定され、競争力のある EL モデルの導入が急務となった。

そこで ““Boost” Enhance electric business” をモデルコンセプトに掲げ、これまでの強みを残しながら原価低減を図ることで

収益性を上げ、また、「QuietTech」で培ったリア独立サスペンションを採用することで乗り心地を向上、競合他社のモデルとの差別化を実現した。また、競合他社のリチウムイオンバッテリー搭載モデルに対抗するために、価格・性能のバランスの取れたメンテナンスフリーの AGM バッテリー（後述）をオプションとして設定した。これにより価格、機能・性能面で競合他社のモデルと渡り合うことができるモデル「Drive2 PowerTech AC」を市場導入することができた。本稿では、そのモデルについて紹介をする。

## 2 開発の狙い

「Drive2 PowerTech AC」では電動車の特徴をさらに伸ばし機能性を向上させる目的で以下の4項目を開発の狙いとして掲げプロジェクトを推進した。

### 1) Power

従来モデルのユーティリティ車（以下、UTV）/パーソナルトランスポートーションビークル（以下、PTV）と共通の5kw AC モーターからゴルフ場の使用用途に最適化した3.3kw AC モーターへの変更による従来モデル同等の登坂性能達成

### 2) Drive Feeling

従来モデル同等の加速フィーリング、回生ブレーキフィーリングの達成

### 3) Riding Quality

リア独立サスペンション採用による業界 No.1の乗り心地と安定性の両立

### 4) Efficiency AGM Battery

メンテナンスフリータイプの AGM バッテリー（後述）採用によるメンテナンスコスト削減

従来の液式鉛バッテリーに対し、2倍の寿命保証獲得

## 3 製品の概要

既存の EL モデルに対し、電動車の特長をさらに伸ばし機能性を向上させる目的で、効率やメンテナンス性を高めた AC 誘導モーターを採用した。また、ドライバーの操作を忠実に反映させる車両（モーター）制御の独自開発アルゴリズムをベースとして、四輪独立ストラットサスペンションを採用し、フェアウェイ走行や一般路の乗り心地と操作性をさらに向上させている（図1）。

### 3-1. Power

従来モデルには、より負荷の大きい UTV や PTV と同一の定格出力5kw AC モーターを搭載していたモデルと DC モーターを搭載していた2つのモデルが存在した。しかし、前者はコストが高いという問題点があり、一方後者では、ブラシ付きの DC モーターを搭載していたため、ブラシ摩耗が発生した時のメンテナンスが必要となっていた。

この課題を解決するために新たに定格出力3.3kw AC モーターを採用することとした。AC 誘導機の特徴として、構成材料に磁石を使用しないことから安価であり、効率も IPM<sup>1)</sup>に匹敵するため、コストパフォーマンスが高く、新幹線のメインモーターとしても採用されている。

定格出力を落とすことによる懸念点に登坂性能の低下があ

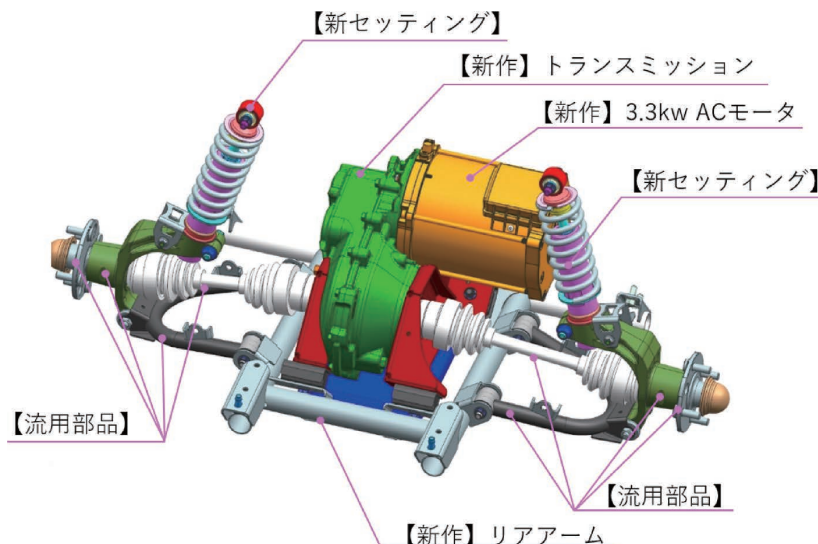


図1 リア独立サスペンション周辺構造

るが、最大出力350Aの3相ベクトルドライブ回路を有する AC モータードライバをゴルフカー向けに最適化することで、定格出力が劣る新モデルで、従来モデル同等の登坂性能を確保することに成功した。

また、ゴルフカーには、リース期間が終了すると、PTV として再販される市場形態になるという特徴がある。AC 誘導機の特性を利用し、モータ制御パラメータをディーラーでも変更できる仕様とし、特に界磁特性を作り込むことで PTV として十分な性能を確保することを可能とした。

1) IPM モータ: Interior Permanent Magnet Motor の略で、回転子内部に永久磁石を埋め込み、固定子側の巻線に交流による回転磁界を与えて、磁石トルクとリラクタンストルクを発生させるモータである。

### 3-2. Drive Feeling

モータを変更することによるもう一つの懸念点として、ドライブフィーリングの悪化が挙げられる。こちらに対しても、前述した AC モータードライバに対しオリジナルのパワー制御アルゴリズムを開発し、アクセル開度に応じた滑らかで操作性の良い制御とし、四象限動作をシームレスに実現して、ドライバーの意のままにコントロールできる制御としている。これにより、従来モデル同等の加速フィーリング、回生ブレーキフィーリングを達成することができた。

### 3-3. Riding Quality

従来のゴルフカーは、フロントストラット<sup>2)</sup>、リアリジッドアクスル<sup>3)</sup>の形式であったが、今回、リアサスペンションを左右独立化することで、四輪ストラットとし、ゴルフ場特有の不整地をスムーズに走行できるように各種ディメンジョンの最適化を図っている。これにより“従来機種同等の安定性”と“乗り心地の改善”を両立することが可能となった。

また、先に立ち上げたリア独立サスペンションを採用した静音車両「Drive2 QuieTech EFL」とできる限り共通の部品を採用することで、開発の工数、投資を抑制することに成功した。

この機構により、大幅に乗り心地を改善でき、カップホルダーに入れた飲料がこぼれるといったコンプレインも解消している。

2) ストラット: ストラット式サスペンション。ショックアブソーバにばねと車輪をつけたもの。周辺部品の設計自由度が高いことと、構成部品が少なく安価であることが特徴。ホイールの上下移動時にキャンバー角が変化してしまうという特徴がある。

3) リジッドアクスル: リジッドアクスルサスペンション。左右のタイヤを一本の車軸で繋いだサスペンション形式。構造が簡単で安価であるが、片方のタイヤで受けた衝撃がもう片方にそのまま伝わってしまうという特徴がある。

### 3-4. Efficiency AGM Battery

競合他社がディープサイクル鉛バッテリーとリチウムイオンバッテリーのラインナップを揃える中、Yamaha はディープサイクル鉛バッテリーのみのラインナップであった。リチウムイオンバッテリーは高寿命、長期保証が得られる反面、まだ高価であることから、メンテナンスフリーで寿命、保証とコストのバランスが取れた AGM バッテリーをオプションとして採用することとした。

AGM は Absorbed Glass Mat の略称で、従来のディープサイクル鉛バッテリーの電解液を、グラスマットに含浸させ、補水不要としたタイプの鉛バッテリーである(図2)。

含浸した電解液だけで、生涯電気量50kAh(ゴルフ場5年使用想定)を確保するため、充電器も高精度な充電制御が求められる。そのため、バッテリー温度を計測するセンサを新作し、バッテリー温度と放電量に応じた精密な充電制御を行う制御アルゴリズムを採用した。



図2 AGM バッテリー構造

## 4 おわりに

「Drive2 PowerTech AC」は、高度なメンテナンスフリー化によるゴルフ場の経営効率向上と、快適なゴルフプレイをプレイヤーに提供する商品となっている。

今後も乗り物としてのパフォーマンス向上はもちろんのこと、ゴルフ場の運営効率・プレイヤーの顧客価値を向上させるべく、新たな商品の開発を継続していく所存である。

### ■ 著者



佐藤 佑也

Yuya Sato

ヤマハモーターパワープロダクツ㈱

LLV 開発部

設計課



宮田 彰一郎

Shoichiro Miyata

ヤマハモーターパワープロダクツ㈱

制御開発部

LLV 制御課