

# パスロイヤル PY26/24/ラクマチック

## PAS Royal PY26 / 24 / RakuMatic

明田久稔 Hisatoshi Akita  
山本 聡 Satoshi Yamamoto

山本熱男 Atsuo Yamamoto

鈴木正弘 Masahiro Suzuki  
照井敏泰 Toshiyasu Terui

佐野浩一 Kouichi Sano

中山浩典 Hironori Nakayama  
赤坂雅之 Masayuki Akasaka

●PAS事業部 開発室/森山工業(株)技術部



図1 パスロイヤルデラックス

### 1 はじめに

電動ハイブリッド自転車PASは、1993年秋に発売されて以来、好評のうちに市場に受け入れられ、常に業界トップシェアを維持してきた。

今回、ニューPASに続く2000年モデルとして、新技術で高い機能を持つパスロイヤルシリーズを開発した(図1)。以下に概要を紹介する。

### 2 開発の狙い

本開発の狙いは、「買って安心、乗って安心PAS」を商品コンセプトにして、商品力を強化したPASを開発することであった。また複数のバリエーションを同時発売し、シリーズで顧客満足度を向上させる狙いもあった。

目的達成に当たって、技術的に解決すべき大きな課題がいくつかあった。

第一に、ユーザーや販売店にとって分かり易く・使い易い電池システムの開発である。また、シリーズ化のために、電池種類に依存しないバッテリーマネジメントシステムを実現させることも必要だった。開発当初、制御技術室を中心に進められていたIFESシステム構想を、同室の協力を得て、商品化することにした。

第二に、パワフルな走りと取り回しの軽さを実現するため、高性能で小型軽量かつ搭載性の良いドライブユニットを開発する必要がある。

これらの主要コンポーネントの開発を前提にして、開発目標を図2のように定めた。ほとんどの項目で競合車両や従来モデルと同等またはそれらを超えた値となっている。

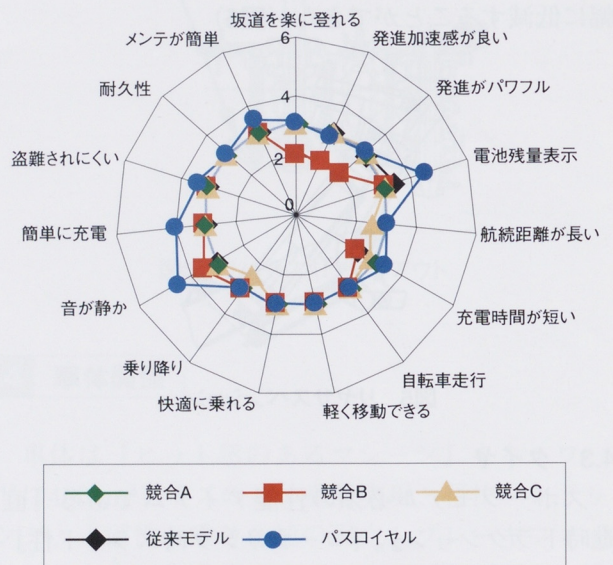


図2 開発目標レーダーチャート



### 3 仕様諸元と商品の特徴

図3にパスロイヤルシリーズのフィーチャーマップ、表1にパスロイヤルシリーズの主要な仕様諸元を示す。



図3 パスロイヤルのフィーチャーマップ

表1 パスロイヤルの主要諸元表

	パスロイヤル26型			
	STD	DLX	MHスーパー	ラクマチック
全長 (mm)	1,860	1,840	1,840	1,840
車両重量 (Kg)	27	29	30	29
モータ	ブラシレスDCモータ			
踏力検出方式	分担荷重変位式			
車速検出方式	磁極検出方式			
電池種類	ニカド	ニカド	ニッケル水素	ニカド
充電器	標準	標準	急速	標準
充電時間 (時間)	2.5	2.5	1.3	2.5
後輪変速装置	手動内装3速			内装3段自動変速

### 4 ドライブユニットの概要

#### 4.1 パワーユニット

ドライブユニット新規開発にあたり、①小型化、

②軽量化、③騒音低減を開発の狙いとした。

機構部では、従来のローラを含む二段減速からシンプルな樹脂ギヤによる一段減速構造を採用した。

またパワー源として、低回転高トルク型のブラシレスDCモータを採用し、小型化と静粛性の向上を図った。ドライブユニットは、ケースの内部にコントローラやコード、カプラを収納したため、メインスイッチやランプへの接続コード、バッテリーとの接続コネクタ以外は外部に出ていない構造となっている。これによりドライブユニットの組み付け性が向上し、外観も従来よりコンパクトになり、体積・重量とも10%以上の小型軽量化を図っている(図4)。図5にドライブユニットを示す。

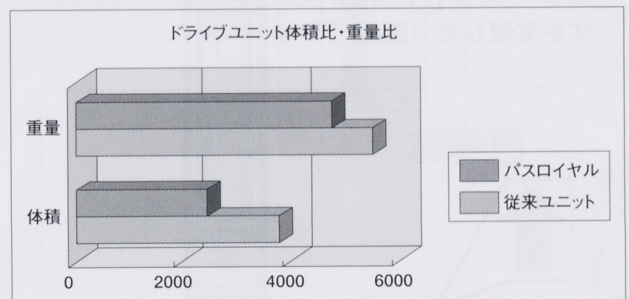


図4 ドライブユニット体積比・重量比

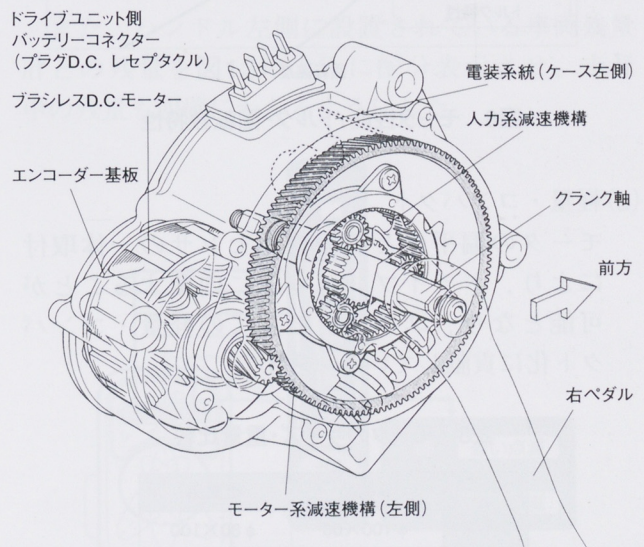


図5 ドライブユニット

#### 4.2 モータ

ドライブユニットの前記目標を達成するための有効な手段として、永久磁石型同期電動機 (ブラ



シレスDCモータ)を新たに開発した。主要諸元(表2)と特徴を以下に記す。

表2 モータ主要諸元

定 格 電 圧	24V
連 続 出 力	235W
最高回転速度	2700rpm
重 量	1.5Kg

#### (1)低速・トルク

- ・高エネルギー積希土類磁石の採用
  - ・撚架線による高占積率化
  - ・電流密度の低減による低発熱設計
  - ・低回転・高トルク電磁構造の採用
- などにより、従来品に比較しトルク50%アップを実現した(図6)。

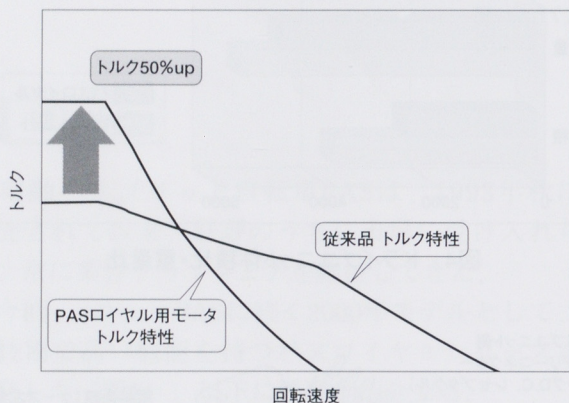


図6 モータ性能/トルク-回転数特性

#### (2)軽量・コンパクト

モータの扁平化と磁極検出センサの一体取付により、ドライブユニットに内蔵することが可能となり、ユニットとしての軽量・コンパクト化に貢献している(表3)。

表3 モータのサイズ・重量比較

	新製品	従来品
サイズ	φ100×60	φ80×100
重 量	1.5kg	1.7kg

#### (3)騒音低減

ブラシレス構造とその最適化設計により、従来品に対し大幅な騒音低減を実現した(図7)。

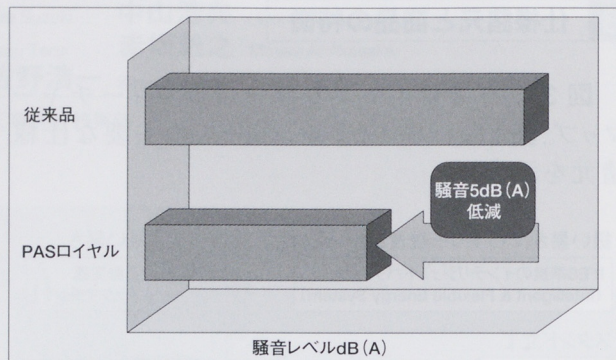


図7 モータ騒音

#### 4.3 モータコントローラ

今回新規開発したコントローラ(図8)は、従来のパス制御の滑らかな走行フィーリングに加えて、レスポンスの良いパワフルな発進フィーリングを実現した。

またコントローラには新規のダイアグノーシス機能が搭載されている。これは走行中に発生した異常箇所を検出し、その情報を記憶させ、さらに記憶した異常箇所の情報をメインスイッチのバッテリー残量ランプに表示させることができる。

ハード面では表面実装部品の多用化と電子部品の最適な選定および配置により、従来以上の部品点数にもかかわらず、従来コントローラ並みの小型サイズを実現した。表4にコントローラの主な仕様を示す。

表4 コントローラの主な仕様

項 目	内 容
電流検出方式	電流センサ(2相)
モータ通電方式	3相正弦波
コントローラ基板	4層1枚基板
モータドライブ	FET6個駆動
特 徴	108×57×24 自己診断/記憶機能

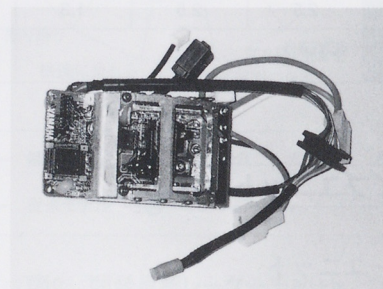


図8 モータコントローラの外観



## 5 バッテリーマネージメントシステム

### 5.1 IFESの概要

パスロイヤルで採用しているバッテリーマネージメントシステム「I.F.E.S.」の構成を図9に示す。またその特徴を図10に示す。

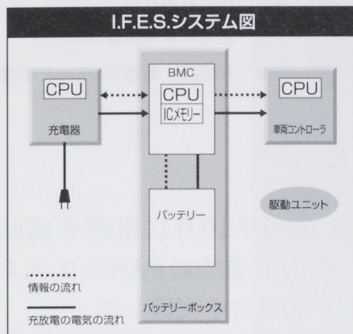


図9 IFESシステム図

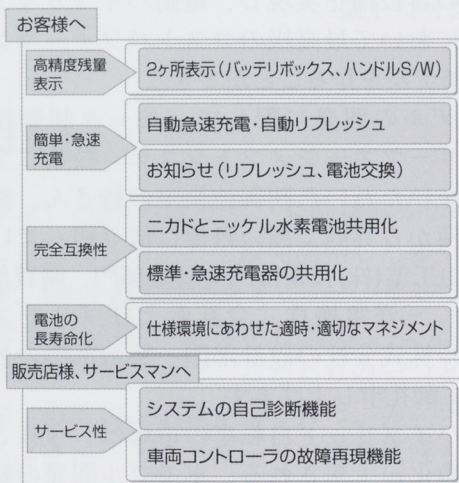


図10 IFESの特徴

### 5.2 IFESの仕組み

バッテリーボックス内にCPU搭載のバッテリー・マネージメント・コントローラ（以下、BMCという）を内蔵することによって「インテリジェントバッテリー」を実現した。「インテリジェントバッテリー」は、常に変化するバッテリーの状況（電流、電圧、使用頻度、使用状況、バッテリー温度など）を逐次検出する。その情報は、ICメモリのデータをもとにCPUで演算処理される。最適な充電要求特性および放電要求特性を決定し、充電器および車両コントローラ側へデータを送信する（図9参照）。

### 5.3 インテリジェントバッテリー

電池には、従来と同様の高容量・高性能なニカド電池とニッケル水素電池を使用している（図11）。

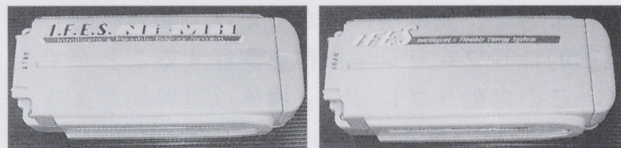


図11 ニッケル水素電池(左)とニカド電池

BOX上部に7段階のLEDで、高精度の残量精度を表示できるようにした（図12）。

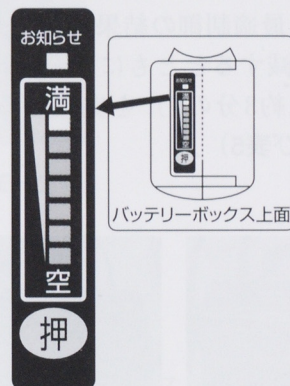


図12 表示部

また、ハンドル左側に設置されている車両残量計との残量を図13のように配分表示させ、走行中の残量も明確にわかるようにした。

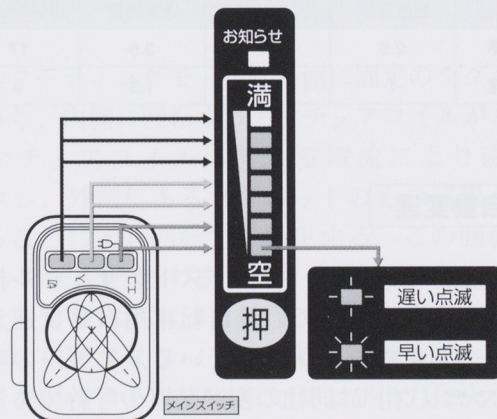


図13 メインスイッチ側残量表示との関係

また、サービス性向上を目的として、使用可能な電池容量、充電回数、故障状態なども表示できるようにした。



5.4 自動リフレッシュ機能

BMCは充電回数・充電時のバッテリー温度・放電量など、メモリー効果に影響を及ぼす諸情報の検出およびメモリー効果の推算が可能である。これによって、充電器につなぐだけで必要に応じて自動的にリフレッシュ操作を実行することができる。この自動リフレッシュ機能は世界初である。また、種類の異なるバッテリーに変更した場合でも、I.F.E.S.準拠の場合は、現在使用中のバッテリーボックス、車両充電器、車両コントローラは使用可能である。

5.5 充電器

BMCによる最適制御の結果、急速充電時のバッテリー負担を低減するとともに、充電時間の大幅な短縮（従来比約3分の1）を実現することができた（図14および表5）。

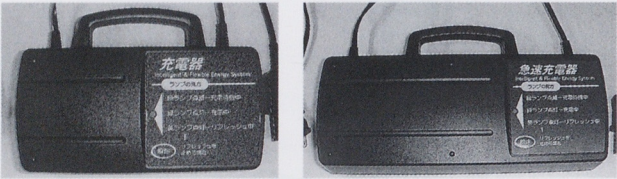


図14 標準充電器(左)と急速充電器

表5 充電時間

単位(時間)

充電器	ニカド電池		ニッケル水素電池	
	通常充電	リフレッシュ充電	通常充電	リフレッシュ充電
標準	2.5	14	3.5	17
急速	1	7	1.3	9

6 自動変速

自動変速モデルは、ブリヂストンサイクル株式会社に既に市販されている自転車用自動変速システムを一部変更して採用している。モデルの呼称「ラクマチック」は同社の変速装置の呼称である。表6に自動変速装置の仕様諸元を示す。

表6 自動変速装置の諸元

項目	仕様・諸元
変速装置	
変速構造	内装3段ハブ（ドッグクラッチとブッシュロッドによる遊星歯車変速機構）
変速ユニット	
電源	単3アルカリ乾電池
車速検出方式	磁気パルス計測方式
変速制御方式	ワイヤ駆動による変速方式
変速モード	標準・平坦路・坂道の3モード切替式

7 おわりに

本モデルは1999年10月に生産を開始した。翌年1月には、森山工業でのPASシステムユニット生産累計台数が50万台を突破した。

本モデルの開発では、他に先駆けてブラシレスDCモータやIFESの本格量産化、自己診断機能など多くの新技術を実現し、電動ハイブリッド自転車市場において最高級のコストパフォーマンスをもったモデルを作ることができた。

本モデルの開発に際して、モータ制御技術やバッテリーマネジメントシステム技術に全面的に支援をいただいた制御技術室の皆さん、開発の早い段階から共同で高い目標に取り組んでいた森山工業(株)技術部門や製造部門、購買部門の皆さん、三洋電機株式会社およびブリヂストンサイクル株式会社の設計部門、製造部門の皆さんに改めて御礼申し上げます。

電動ハイブリッド自転車の市場は、今後さらに競争の激化が予想される。本モデル開発の経験を糧に、マーケットのリーダーとして、常に一歩先を行く商品開発にチャレンジしていきたい。

●著者

