

車いす用電動化ユニット「JWG-1」の開発

Development of the Electric Drive Wheelchair Unit "JWG-1"

水谷 浩幸 松苗 徹 岩城 泰宏 水野 正光 大西 慎太郎 井口 裕貴 杉原 優
齋藤 紘平 八木 啓明 笹岡 俊樹 林 桂太郎 糸賀 信行



Abstract

Yamaha Motor Co., Ltd. (hereinafter “the Company”) has applied its advanced control and drive technologies—developed through the creation of the electrically power-assisted bicycle “PAS”—to products that support welfare and an aging society. In 1995, the Company launched the joystick-type electric drive unit “JW-I” for wheelchairs, followed in 1996 by the world’s first assist-type electric drive unit “JW-II.” Since then, through full and minor model changes, these units have continuously maintained a leading share in Japan’s market for simplified electric (manual-and-electric hybrid) wheelchairs.

The newly introduced “JWG-1” marks the first full model change in ten years for the joystick-type electric drive unit. This paper outlines the development overview and key features of the new model.

1 はじめに

ヤマハ発動機株式会社は、電動アシスト自転車「PAS」の開発を通じて培った高度な制御技術および駆動技術を活用し、福祉・高齢化社会に対応する製品のひとつとして、ジョイスティック型車いす用電動ユニット「JW-I」を1995年に発売した。翌1996年には世界初のアシスト型車いす用電動ユニット「JW-II」を発売し、その後フルモデルチェンジやマイナーチェンジを重ね、国内における簡易型(手動兼用型)電動車いす市場で常に高いシェアを維持している。

今回紹介する「JWG-1」は、10年ぶりのフルモデルチェンジとなるジョイスティック型電動化ユニットであり、本稿ではその開発概要と特長について紹介する。

2 商品の企画

「JWG-1」は、“もっと力強く、もっと操作しやすく、もっと自由に”をコンセプトに、「JWX-1 PLUS+」をフルモデルチェンジした新製品である。我々の商品の一番の特長である操縦性の良さを維持しつつ、国内外の幅広いユーザーに受け入れられるよう、製品の主要構成である“電動化ユニット性能”、“操作部”、“バッテリー・充電器”を大幅に改良した。

さらに、機能や性能のみならず、お客様に安心してご利用いただけるよう、強度や耐久性にもこだわり、使いやすさと信頼性の両立を目指して開発を行った。加えて、国際規格であるISO基準に準拠した“TÜV[※]マーク”的取得を進めるとともに、米国医療機器登録に向けて、FDA(米国食品医薬品局)認可も申請している。

[※] TÜV(Technischer Überwachungs-Verein):ドイツで生まれ、行政から独立した第三者試験認証機関。製品の安全規格試験・認証業務を行う。

3 製品の特長

3-1. 仕様概要

車いす用電動化ユニット「JWG-1」の諸元表を表1に示す。

表1 「JWG-1」の諸元表

駆動方式	後輪直接駆動
重量(バッテリー含まず)	16インチ:15.1kg、20インチ:15.6kg、 22インチ:15.9kg、24インチ:16.4kg
ユニット耐荷重 ※1	160kg
操舵方式	ジョイスティック操舵
駆動車輪径	16インチ(16×1.75)、20インチ(20×1 3/8)、 22インチ(22×1 3/8)、24インチ(24×1 3/8)
制御方式	マイクロコンピュータ制御
制動方式	電磁ブレーキ+モーター回生制動
駆動モーター (AC サーボモーター)	36V 150W ×2
手動／電動切替	16インチ:後方左右クラッチレバー切替式 20, 22, 24インチ:手元操作切替式
自走操作 最高速度 ※2 (5段階速度調節)	4.5km/h 仕様 16, 20, 22, 24インチ: 前進0.9~4.5km/h、後進0.5~2.3km/h 6.0km/h 仕様 16インチ: 前進1.1~5.7km/h、後進0.6~2.9km/h 6.0km/h 仕様 20, 22, 24インチ: 前進1.2~5.9km/h、後進0.6~3.0km/h
介助操作 最高速度 ※2 (5段階速度調節)	6.0km/h 仕様 16インチ: 前進1.1~5.7km/h、後進0.6~2.9km/h 6.0km/h 仕様 20, 22, 24インチ: 前進1.2~5.9km/h、後進0.6~3.0km/h
実用登坂角度 ※3	6°(勾配 約10%)
バッテリー (マイコン内蔵型)	(36V 6.45Ah)×1個 (5時間率)
バッテリー重量	2.4kg
充電器	定格出力42V 1.6A マイコン制御による自動充電
電動走行距離 ※4	16インチ:20km 20, 22, 24インチ:25km
タイヤバルブ	米式

●仕様、外観、および上記諸元は改良のため、予告なく変更することがあります。

※1: JWG-1ユニットの耐荷重は160kg(乗員、荷物、フレーム重量を含む)ですが、詳細はフレーム強度も含め車いすメーカーにご確認ください。

※2: 最高速度は仕様諸元に基きます。

※3: 転倒防止バーを次の条件で調整した場合の値です。・キャスターと後輪が地面に接している状態で転倒防止バー先端の補助輪は地面から35~50mmの高さであること。・後輪の車軸中心から転倒防止バー先端の補助輪の中心までの距離が245mm以上であること。車いすメーカーが設定する実用登坂角度が優先されますので、車いすメーカーにご確認ください。

※4: ISO 7176-4 :2008 による測定方法(速度6km/h、バッテリー新品、気温18~25°C、乗員100kg)

3-2. 駆動ユニット

新たに開発したモーターおよび遊星減速機により、駆動トルクは従来モデルの25.3Nm から50.1Nm へと向上した。耐荷重も従来モデル125kg から160kg へと強化した。動力性能および耐荷重の向上に加え、強度解析と実験を通じて構造を最適化することで(図1)、ユニット寸法および製品重量の増加を約5%に抑え、コンパクト化と軽量化を両立した。ホイールの耐荷重向上に伴い、軽量でありながら乗り心地と耐久性を兼ね備えた高分子複合材製ノーパンクタイヤを、メーカーオプションとして初めて採用した。

機能面では、車軸内部に新たなロック・解除機構を設けることで、ホイールの着脱操作性を向上させた。クラッチセンサーはマグネット検知式に変更し、クラッチ切り替え機構の検知精度を改善した。

走行制御については、速度追従性および耐荷重向上に伴う走行負荷範囲の拡大に対応するため、速度制御をPI制御、モーター制御を電流制御に変更した。これにより、坂道や高負荷路面での走行性能を向上させた。電動車いすは駆動左右輪の速度差によって操舵を行うため、駆動フィールと操舵フィールを別々に調整することが難しいが、熟練エンジニアのノウハウにより官能評価で高い点数を得たセッティングを実現した。さらに、走行性能の向上および電池の小型化により、電池単体での回生電力吸収が困難となったため、回生電力を抑制または消費させる“回生電力コントロール制御”を新たに導入した。

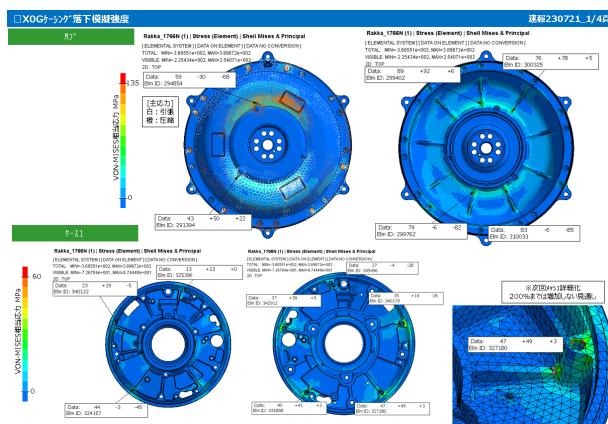


図1 強度解析結果

3-3. 自走操作部(搭乗者用)

自走操作部の主な変更点は、液晶画面およびデザインである。従来モデルでは画面が自走操作部の手前に配置されていたが、「JWG-1」では画面位置を前方に移し、角度を手前側に傾けることで視認性を向上させた(図2)。そして2.4インチのフルカラー液晶を採用することで表示部を鮮明化し、従来モデルでは対応できなかった警告内容の文字表示を可能とすることで、車両状態をより確認しやすくした。

さらに、電源および速度調整を従来のトグルスイッチからボタンスイッチに変更することで操作性を向上させるとともに、自走操作部のデザインも質感の高いものへと改良した。



図2 自走操作部

3-4. 介助操作部(介助者用)

介助操作部は、機能およびデザインの両面で大幅な変更を行った(図3)。画面表示は従来モデルのLEDバッテリー表示から、自走操作部と同様の2.4インチ液晶へと変更した。取付け位置は、従来モデルが右側ハンドルのみの対応であったのに対し、「JWG-1」では左側への取り付けも可能となり、さらに画面を縦横いずれの方向にも設置でき、向きに応じた表示変更が可能である。

最大の変更点は入力方式であり、従来の押しボタンによるオン・オフ入力から、磁気センサーによる速度調整可能なレバー入力方式へと変更した。操作性の向上に加え、緊急時にレバーを強く握り込んだ際には車両が停止する仕様としている。



図3 介助用操作部

3-5. バッテリー、充電器

バッテリーには、36V・6.45Ahのリチウムイオンバッテリーを採用した。エネルギー密度の高い新型セルを選定し、緻密なレイアウトおよび筐体設計を施すことで、従来品と比較して1kgの軽量化を達成した。これにより、エネルギー密度(Wh/kg)は約30%向上し、持ち運びの利便性が大幅に向上した(図4)。

連続走行距離は、20・22・24インチ仕様で25km、16インチ仕様で20kmであり、容量は使用者のニーズに十分応える仕様である。寿命末期の劣化バッテリーを使用し続けるリスクを回避するため、バッテリー監視制御を行い、使用者へ電池交換を通知するシステムを従来モデルと同様に採用した。

バッテリーの着脱構造も改良した。「JWG-1」では、持ち手の下にロック解除レバーを設けることで、持ち上げと同時にロック解除が可能となり、容易に脱着できる仕様とした(図5)。搭載位置は、さまざまな手動車いすに電動化ユニットを装着できるよう、ユニットに直接設置する固定式とバッグ収納式の2仕様を設定した(図6)。

充電器も全面的に改良した。持ち運びの利便性を高めるため、軽量・小型化を図り、「JWG-1」ではバッテリーを置いて充電するクレイドル部分を分離構造とすることで、充電器本体をよりコンパクトに設計した。さらに、クレイドルの代替としてオプション品である車載ケーブルを使用することで、車載充電にも対応可能な仕様とした(図7)。



図4 バッテリー

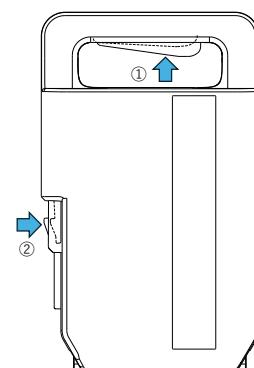


図5 バッテリーロック解除レバー



図6 バッテリー固定方式



図7 充電器

3-6. ディーラー向けアプリ

「JWG-1」では、Bluetooth機能を標準装備し、ディーラー向けアプリの操作性向上を目的として改良を施した。従来モデルでも走行パラメータの調整が可能なアプリを設定していたが、本モデルでは速度、加速度、減速度、走行トルク、ジョイスティック操作に関して、より細かな調整が可能となるよう仕様を変更した。

さらに、従来モデルでは対応できなかった介助操作部に対しても、入力方式および応答性の調整が可能となるよう改良を加えた。故障診断サポート機能も強化し、電動ユニットおよびバッテリーの状態に関するエラー履歴、注意喚起履歴、故障診断情報などをアプリ上で即時に確認可能とし、迅速なサービス対応を実現した。

4 おわりに

1995年に「JW-I」が誕生してから、JW事業(Joy Wheelの略称であり、手動車いすを電動化するユニットの企画・開発・製造・販売を行う事業)は本年で30周年を迎える。この節目となる2025年にリリースした「JWG-1」は、各種アップデートにより、より幅広いユーザーに活用いただける製品となった。国内のみならず海外の使用者に対しても、本製品の良さを体感いただけないと確信している。今後のJW事業のさらなる発展に向けて、新技術の獲得、新製品の開発、パートナーとの協業を推進し、“新たな感動”を世界中の方々に届けていく。



■著者



水谷 浩幸
Hiroyuki Mizutani
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



松苗 徹
Toru Matsunae
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



岩城 泰宏
Yasuhiro Iwaki
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



水野 正光
Masamitsu Mizuno
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



大西 慎太郎
Shintaro Ohnishi
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



井口 裕貴
Hirotaka Iguchi
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



杉原 優
Yu Sugihara
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



八木 啓明
Hiroaki Yagi
LM 事業本部
SPV 事業部
プロダクト開発部



齋藤 紘平
Kohei Saito
LM 事業本部
SPV 事業部
第2開発部



笹岡 俊樹
Toshiki Sasaoka
LM 事業本部
SPV 事業部
第2開発部



林 桂太郎
Keitaro Hayashi
MC 車両開発本部
品質革新技術部



糸賀 信行
Nobuyuki Itoga
ロボティクス事業部
技術統括部
SMT 第2開発部