

防音型インバータ発電機 EF1800iS (海外向けモデル名 EF2200iS)

EF1800iS Low-Noise Inverter Generator
(Overseas Market Model Name: EF2200iS)

山村 尚 長澤 佑樹 金子 誠孝 望月 俊治 川村 晃正 大久保 公貴



Abstract

Demand for 2kVA-class generators is driven by their usage in a variety of situations, such as for power supply to RVs or power sources for tools at home or on construction sites (in the U.S.A.), as well as power sources for tools and night lighting on construction sites, lighting for street vendors, heating/refrigeration, and more recently for disaster readiness (in Japan), making them the output class with the highest unit sales.

However, the emergence of low-priced, multi-function Chinese brands and greater output performance by major brands has meant that existing models have lost competitiveness. Yamaha Motor has therefore developed and launched its first new generator in ten years, the EF1800iS.

While based on the layout of the EF1600iS, the new model has seen improvements to the engine, which together with the newly developed generating mechanism and inverter control unit has increased output performance. Customer feedback has also been incorporated into improving operability and maintenance.

In addition, dedicated features have been included for specific uses such as camping (power supply to RVs) in the U.S. market and disaster readiness/construction equipment rental in the Japanese market.

In this report, we will introduce the details of the new model's development.

1 はじめに

2kVA 出力帯の発電機は、アメリカ市場ではキャンピングカーへの給電や自宅および工事現場での電動ツールの電源として、日本市場では工事現場での電動ツールや夜間照明、路上屋台での照明や保温・保冷機器の電源として、また昨今は災害時の備えなどさまざまなシーンで需要があり、最も販売台数の多い出力帯となっている。

しかしながら、安価で多機能な中国勢の台頭やメジャーブランドの出力性能の向上等により既存モデルの競争力が低下してきたため、10年ぶりとなる「EF1800iS」を開発し市場投入した。

本モデルは「EF1600iS」のレイアウトをベースにエンジンの改良や発電機、インバータコントロールユニットを新規開発することで出力性能を向上させるとともに、市場の声を参考に操作性、メンテナンス性の改良を加えた。

さらにアメリカ市場でのキャンプユース（キャンピングカーへの給電）や日本市場での防災、建機レンタルといった各用途に合わせた専用フィーチャーを採用した。

ここにその開発内容を紹介する。

2 開発の狙い

「EF1600iS」に対し高出力化、競合他社にない機能の追加等（下記下線）による差別化を図ることで選択肢を広げ、



図1 フィーチャーマップ

アメリカ市場においては 2kVA 出力帯発電機のシェアを 3% から 10% へ拡大することを目指した。本開発では、その達成に向けて以下の項目を主要な目標に設定した。

- 1) 定格出力 1.8kVA およびエアコン等の高い起動電力に対応する**ブーストモード**の採用
- 2) エンジン始動手順数の削減および長期保存時に便利な**キャブレター内ガソリン排出コック**の採用
- 3) 使用電力が一目でわかる 4 段階 LED 出力インジケーターの採用
- 4) 運びやすさの向上とスタイリッシュなボディーデザインの両立

本モデルのフィーチャーマップを図 1 に、仕様諸元を表 1 に示す。

表1 仕様諸元表

名称	EF1800iS	
型式	7PC1	
発電方式	多極回転界磁形	
交流	定格周波数	50/60Hz
	定格出力	1.8kVA
	定格電圧	100V
	定格電流	18A
直流	定格電圧	12V
	定格電流	3A
並列時交流	定格出力	3.6kVA
	定格電圧	100V
	定格電流	36A
使用燃料	無鉛ガソリン	
燃料タンク容量 ※赤レベル	4.7L	
連続運転可能時間 *1	10.5h~4.2h *2	
エンジンオイル容量	0.4L	
全長×全幅×全高	555mm×300mm×470mm	
乾燥重量	25kg	
騒音値	Lwa 3/4 負荷 *3	92dB
	7m 1/4 負荷~定格負荷 *4	57~65dB(A)

*1: 連続運転可能時間とは、赤レベルまで燃料を入れた状態で運転できる時間。

*2: エコノミーコントロール ON 時 1/4 負荷~定格負荷。

*3: ISO03744 に準ずる試験環境での音響パワーレベル。

*4: エコノミーコントロール ON 時、機測 7m、4 方向の算術平均値。

3 技術的特徴

3-1. エンジン

軽量コンパクトな排気量 79cc の現行エンジンをベースとしながら目標出力性能を達成するために、下記の吸排気部品を見直し、流量改善による性能アップを狙った (図 2)。

- ・エンジンのインポート形状の最適化
- ・インテークバルブ径のサイズアップ
- ・キャブレターボアベンチュリのサイズアップ
- ・エアクリナーの吸気通路経路の拡大
- ・マフラーパーテーションの構造変更、排気パイプ径のサイズアップ

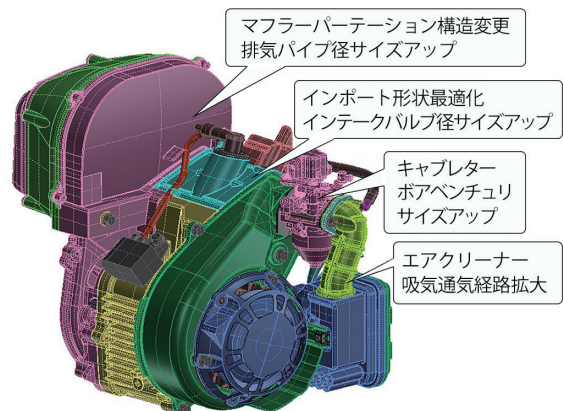


図2 エンジン性能アップ部品

性能アップの背反として、強制空冷のエンジンの冷却性能不足が予測されたため、流体解析を活用してシリンダヘッドの放熱フィンおよびエアシュラウドの通路形状を最適化した。それにより、排気量とエンジン外形サイズを同等としながら、従来モデルより 10% の性能アップを達成した。

3-2. ボディ

3-2-1. デザイン

何処でも誰でも使える機能性の高さと安心・親近感を、使って分かるデザインでなく、見て分かるデザインに昇華させた。具体的には、中心の片手用ハンドルと両端の両手・二人用ハンドルで運搬性を向上させ、タフなイメージと親しみやすさを両立したラウンドスクエアボディによる、新しい機能美としてまとめた。

3-2-2. 始動性・整備性

始動操作を簡素化するため、エンジンスイッチと連動させた燃料コックを採用した。

また、リア側のメンテナンスハッチには、工具レススクリュー（図 3）を採用した。これにより簡単にハッチを外せるようになり、オイル交換等の整備が容易になった。さらに、キャブレター内の燃料を排出するためのコックを設けることで、長期保管時やメンテナンス時に簡単に燃料を抜くことができるようになり、整備性を向上させた。



図3 工具レススクリュー



図4 キャブレター燃料排出コック

3-2-3. 冷却

エンジンの性能アップにともない、完成機全体での冷却性能を見直して強化し、冷却仕様を成立させた（図 5）。

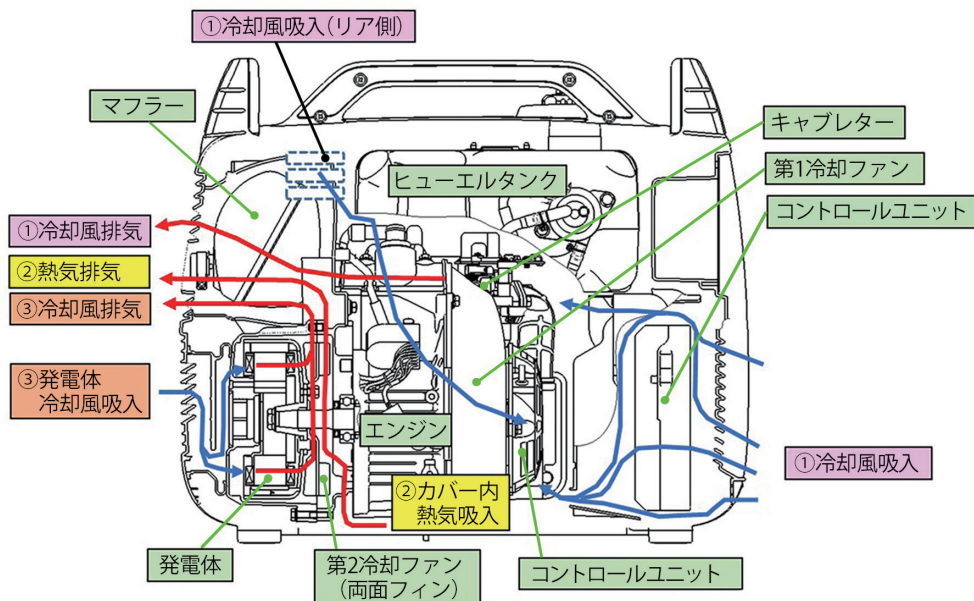


図5 冷却システム

以下に対応事例を示す。

- ・リアカバーへの冷却孔の追加（カバー内部のタンク周辺にこもった熱を抜く）
- ・吸排気ルーバーおよびコントローラーのフィン、カバー形状等の冷却通路の最適化

3-2-4. コントロールパネル

コントロールパネルについては、電力や警告等の表示を備えた多機能 LED インジケーターと、安定した DC12V を取り出せる車載アクセサリソケットを新規に採用した。また、LED インジケーターについては、下部に LED 照明を備えることで暗所での操作部の視認性を向上させた。

3-3. 発電体

発電効率のアップについて下記を主要ポイントとし、出力損失の低減を行った。

- ・熱損失分の削減
- ・磁気損失分の削減

従来の机上計算の設計に加えて磁気解析を活用し、巻線抵抗損失分（熱損失）および鉄芯磁路体積を削減し、鉄芯寸法を最適化した。また、安定した巻き線抵抗および起磁力にするため、鉄芯ティース間の角度を従来モデルに対して 3° 広げた形状とすることで、巻線有効面積率を従来比で 45% 増やし、巻き線導体径をアップすることができた。結果として発電体の巻線抵抗としては、熱損失を 10% 削減することができた（図 6、7）。

次に磁気損失の削減のために、マグネット幅に対する鉄芯先端のティース幅をやや広めにとり、フェライトマグネットから受け取る磁力線を効率よく循環させる形状を採用した。また、マグネットの素材結晶配向を放射状配向からストレート配向とすることで磁力線による起磁力の効率化を行った。その結果、磁気損失分を 3% 削減することができた。

さらに、磁力線のエアギャップ損失の低減として、ローターとエンジン取り付けテーパの芯出し加工をローター ASSY 後に施すことにより、取り付けテーパとマグネットの同心精度を上げ、エアギャップは従来比で 3 割減を実現した。それにより製品の電圧のバラツキが無くなり、安定した品質を維持するとともに、発電効率 3% アップを達成することができた。

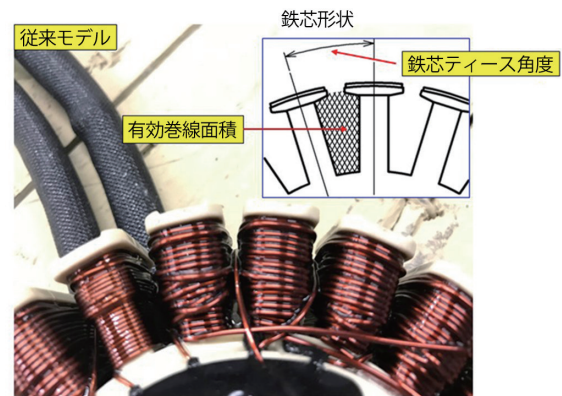


図6 発電体 (従来モデル)

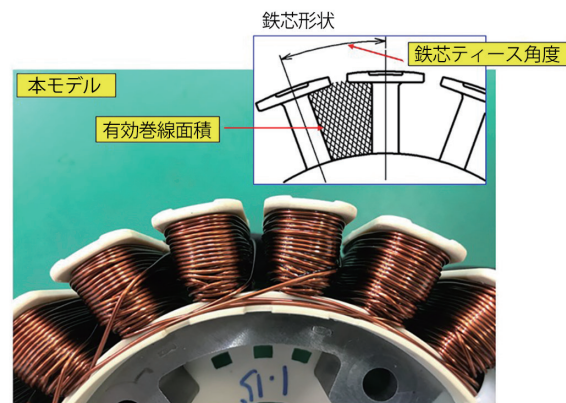


図7 発電体 (本モデル)

3-4. インバータコントロールユニット

主要課題は以下の 3 点であり、それぞれの要求を満足する必要があった。

- ・中波周波数帯での電磁ノイズの低減（伝導・輻射）
- ・効率アップ
- ・負荷起動性アップ

電磁ノイズを低減する場合、コモンモードチョークコイルによるノイズフィルタを活用することが効果的であるが、ノイズフィルタを実装することで損失が増えてしまうデメリットがある。また、ノイズフィルタは伝導ノイズには効果的だが、輻射ノイズにはノイズ低減効果があまり期待できないという課題があった。そこで、本モデルでは、バイポーラ PWM 方式によるインバータ駆動および AC リアクトルの閉磁路化、インバータ入出力をバイパスするコモンモード電圧抑制回路を採用した。これにより、ノイズフィルタを用いずに電磁ノイズの低減を実現した。（定格出力・平均値検波にて、伝導は 10dB 以上、輻射は 20dB 以上低減）

また、上記とあわせて構成部品の最適化を実施することにより、効率をアップさせた。（定格出力にて、約 2% 向上）

さらに、本モデルではスイッチ ON 後に 5500rpm を 1 分間維持するブーストモード機能を追加した。これにより大きな負荷起電力が必要な機器でも、起動時の出力電圧の低下を抑制して起動させることを可能にした。

3-5. 並列運転

本モデルも EF1600iS 同様、オプションの並列コード（本体取り付けタイプ）を使用することで並列運転が可能である（図 8）。ただし、EF1600iS は並列定格出力が単機定格出力の 1.9 倍であるところ、本モデルは 2 倍を目標とした。また、本モデルではキャンピングカー等でのレジャーユースが多い米国向けに、コントロールパネルに装備した RV レセプタクル（30A 出力）より 2 台をケーブルのみで接続するコンパニオン仕様を設定している（図 9）。



図8 米国向け以外仕様



図9 米国向けコンパニオン仕様

上記目標を達成する場合、並列の 2 台間で発生する無効電力のやりとり（横流）が課題となる。従来の制御では出力電流で出力電圧を垂下しているため、横流が大きくなることで出力電圧が垂下してしまい、定格出力電圧の維持が困難であった。さらに、コンパニオン仕様においては、並列ケーブルによりインピーダンスアンバランスが発生することによ

て、横流が大きくなってしまい、定格出力電圧の維持がより困難となる。

そのため、本モデルでは、下記の対応により横流を最小限に抑えている。

- ・有効電力による出力電圧の垂下制御
- ・負荷力率による周波数の可変制御

これにより、並列定格出力はコンパニオン仕様も含めて単機定格出力の 2 倍を達成することができた。

4 おわりに

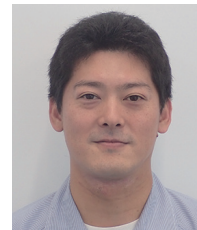
本モデルは 10 年ぶりのインバータ発電機の新規開発であったため、企画段階では多くの市場要望からの仕様の絞り込みに時間を要したが、最終的には使用できる電気機器も増え、使い勝手も向上したことで、これまで EF1600iS を選択されなかったお客様にも訴求できる商品ができたと考えている。

今後お客様の声、市場の情報に耳を傾け、より多くのヤマハユーザーを増やせる発電機開発を進めていく。

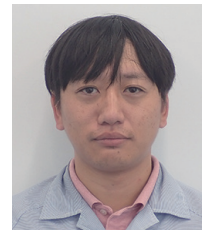
■著者



山村 尚
Takashi Yamamura
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部



長澤 佑樹
Yuki Nagasawa
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部



金子 誠孝
Masataka Kaneko
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部



望月 俊治
Shunji Mochiduki
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部



川村 晃正
Kousei Kawamura
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部



大久保 公貴
Yoshitaka Ookubo
ヤマハモーター
パワープロダクツ株式会社
開発部