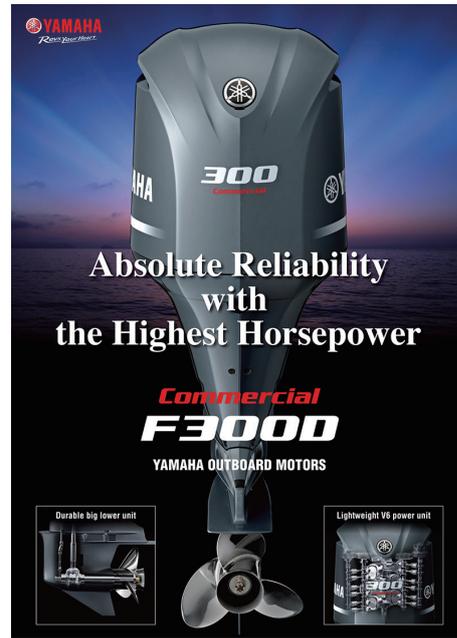


## 船外機「F300D」の開発

Development of the F300D Outboard Motor

琴野 瑛仁



### Abstract

As with the automotive and motorcycle businesses, environmental regulations continue to be introduced in the marine industry. Even in emerging nations, where regulations have been looser, the transition from 2-stroke to 4-stroke engines is underway.

In addition, whereas inboard and stern drive motors used to be the mainstream power sources for large commercial boats, outboard motors are becoming more popular thanks to their greater ease of maintenance and liberation of boat interior space. At the same time, boats are becoming larger in order to increase work efficiency and profitability, and requirements for higher-output outboard motors are constantly increasing.

To respond to these market trends and customer requirements, Yamaha Motor has developed its largest-ever output commercial model outboard motor, the 4-stroke, 300-horsepower F300D.

## 1 はじめに

自動車や二輪車業界と同様に、マリン業界にも環境対応規制の整備が進み、規制の緩かった発展途上地域においても、2ストロークエンジンから4ストロークエンジンへの移行が進んでいる。

また、従来、船内機や船内外機が主流となっていた業務用途の大型船に対しても、メンテナンス性や船内スペース活用に対する優位性等の理由により、船外機の活躍の場が広がっている。同時に、業務効率／収益性アップのために船の大型化も進んでおり、船外機に対しても高出力化の要望が日々強まっている。

そういった市場の変化、お客様の要望に応えるべく、業

務用途をターゲットとしたコマーシャルモデルとしては、ヤマハ史上最大馬力となる、4ストローク300馬力の船外機「F300D」を開発した。

## 2 開発の狙い

本モデルでは、伝統的な「ヤマハラしさ」を継承し、さらに発展させた、「絶対的な信頼性」を開発の最重要コンセプトとして設定した。船外機が壊れるとお客様の業務停止、利益減少に直結するだけではなく、最悪の場合火災や漂流に至る可能性もある。世界の様々な環境条件においても、「壊れない」という信頼性を絶対的なものとするために、耐久性などの項目に従来よりも厳しい基準を設定して開発を行った。使われる環境に関しても、気温や水温の幅に対応する

だけでなく、水質や燃料の質に対するロバスト性も向上させた。

船外機は全世界の多様な船に取り付けられ、様々な使われ方をしているが、中でもコマーシャルモデルの使われ方は多様性に富む。コストガードのように、加速性やスピードが求められる軽負荷艇から、大量の荷物や人を運搬する漁業やトランスポートといった重負荷艇まで、幅広い負荷条件下で使用される（図1、2）。そこで、多様な使用条件下においても、最大限のパフォーマンスを発揮するために、本モデルでは、「低～中回転域のスラスト力の向上」に取り組んだ。



図1 トランスポート艇(中負荷艇)



図2 トランスポート(重負荷艇)

また、エンジンを船の後端に取り付けるという船外機の特性上、航走時の船の姿勢の安定化や操縦性を向上させるために、船外機には常に軽量化が求められる。多様な業務用途のニーズに対して、しっかりと適応するために、「軽量ハイパワー」も重要コンセプトとして設定し開発を行った。

さらに、先進国プレジャーモデルに採用している電子制御式の「Drive By Wire システム」を業務用途エンジンとしては初めて採用し、快適な操船性の提供を狙った。

### 3 商品の特徴

本モデルの最重要コンセプトとして設定した「絶対的な信頼性」を達成するために、耐久性目標をプレジャーモデル

の2倍以上に設定して開発を進め、最終的には社内耐久評価にて、目標を超える耐久性を達成した。

本モデルでは、プレジャー市場にて実績を積んできたF300Bを開発のベースエンジンとして設定した。F300Bの特長である「軽量ハイパワー」をしっかりと活かすことで、本モデル発売開始までヤマハ最大の業務モデルであったF250Hに対して、50馬力の出力アップにも関わらず、14kgの軽量化を実現した。

表1に主要諸元を、図3に断面図を示す。

表1 主要諸元比較

モデル名	F250H	F300D
出力	183.9 KW / 5,500 rpm	220.6 KW / 5,500 rpm
エンジン形式	4ストローク V6	DOHC with VCT
排気量	3,352 cm <sup>3</sup>	4,169 cm <sup>3</sup>
圧縮比	9.9	10.3
質量	283 kg	269 kg
発電容量	46 A	70 A
ギヤ比	2.00	1.75
燃料	レギュラガソリン	
シフト方式	メカニカル	Drive By Wire



図3 断面図

#### 3-1. 絶対的な信頼性

##### 3-1-1. パワーユニット

ハード面では、耐摩耗性の高いプラズマ溶射シリンダーに加えて、従来よりも耐摩耗性を向上させたオイルリングを採用したことで、長時間使用時のオイル消費の悪化を防ぐことができています。また、排気バルブは、高負荷、高回転条件にて長時間使用されることを想定し、熱負荷耐力の高い材料へ変更した。

ソフト面では、オクタン価の低い燃料を使用することを想定して、燃料噴射や点火時期などの燃焼条件を最適化する

制御を行うことで、異常燃焼によるダメージリスクを低減させた。

### 3-1-2. ドライブユニット

本モデルの最大の特徴はドライブユニットである（図4）。信頼性、耐久性を向上させるため、プレジャーモデルのF300Bで使用していたギヤケースよりも1サイズ大きなギヤケースを採用した（図5）。それにより、内蔵されているギヤやベアリングなどの重要部品に対して、しっかりと余力を持たせた設計を可能とした。特にギヤについては、最新の設計思想に基づき、歯面中央部の広い面積で負荷を受けることで面圧を下げるとともに、歯厚を確保することで歯元の応力も低減した。また、製造面においても、最新の歯切り設備を採用したことで、歯面のできばえを向上し、大幅な耐久性の向上を達成した。



図4 ドライブユニット

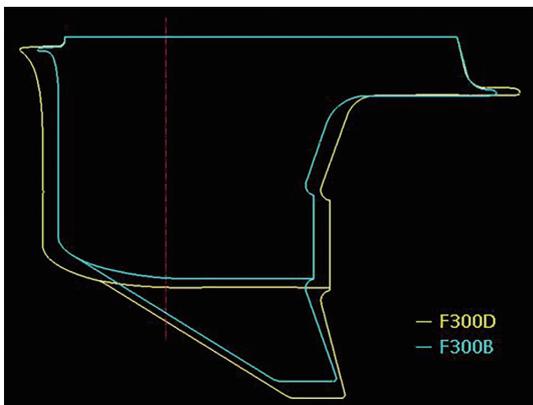


図5 ギヤケース比較

本モデルのドライブユニットには、もう一つ大きな特徴がある。エンジンに対して1サイズ大きなギヤケースを組み合わせたことで、ドライブ軸とシフト軸間にピッチのズレが生じた。そこで、そのズレを吸収するため、シフト軸上に、船外機として世界初となるユニバーサルジョイント構造を採用し、軸間ピッチのズレを吸収させた。この技術は、多様化するお客様のニーズに応えるために加速化させているユニット開発において、今後重要な役割を果たすことになると思われる。

### 3-2. 快適性、利便性の向上

荷物や人を多くの載せた重荷条件では、加速や減速時に大きなスラスト力が必要となる。本モデルでは、翼面積の大きい「SALTWATER XL series」プロペラを採用したことによって、低～中回転域のスラストを従来モデルより大きく向上させ、優れた操船性を実現した（図6）。

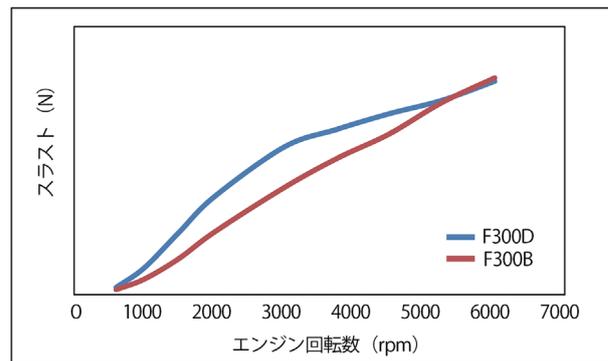


図6 スラスト比較

従来のコマーシャルモデルでは、リモートコントロールボックスから船外機の間をケーブルで機械的に接続して、直接的に操作を行うメカニカルシフト方式が採用されていた。しかし、お客様の使用する船の大型化、多機掛け化によるケーブル抵抗の増加、さらには長期間使用することによるケーブルの劣化などの原因により、リモートコントロールボックスを操作する荷重が高くなるという課題を持っていた。そこで、今回業務モデルとしては初めて、Drive By Wire システムを採用した。Drive By Wire システムは、リモートコントロールボックスと船外機を電氣的に接続し、操作情報を電気信号によって船外機へ伝える。機械的な結合から開放されたことにより、リモートコントロールボックスの操作荷重は大幅に低減した。引っ掛かりや遅れの無い思い通りのシフト操作、かつ繊細なスロットル調整が可能となり、操作性が飛躍的に向上した。

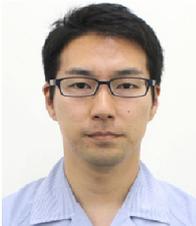
業務用途の船には、位置情報を取得する通信設備や魚探といった航海機器や、漁業に使用するポンプやウィンチなど、様々な電気機器が搭載されており、機器を稼動させるための電力の確保が必要となる。船外機の発電量で賄い切れない場合は、船内スペースに発電機を設置しなければならない場合もあり、船外機に対する高発電量の要望は高い。本モデルは、70Aという高発電能力を保持しており、お客様の使い方の幅を広げることには貢献できると考える。

## 4 おわりに

業務用途、コマーシャルモデルの中でフラグシップモデルとなるF300Dは、大型4ストロークモデルとしては過去類を見ないほどの「絶対的な信頼性」を達成することができた。お客様の期待を超える品質に仕上がったと確信している。

本モデルの開発を通し、世界中のユーザーの生の声を聞く機会を多数頂戴した。ご協力頂いた皆様には、今一度感謝申し上げます。“お客様の期待を超える価値”を創造するためには、期待をしっかりと把握し、その期待を上回る必要がある。今後もお客様の声をしっかりと聞いて、お客様に寄り添った製品を生み出せるよう、努力を続けて行く。

### ■著者



**琴野 瑛仁**  
Akihito Kotono  
マリン事業本部  
企画統括部  
企画戦略部