

スポーツボート フラッグシップ「295XD」の開発

Development of the Sports Boat Flagship "295XD"

三浦 宏信 杉本 亮平



Abstract

Yamaha Motor develops and markets sports boats (SB) equipped with water jet propulsion systems, which generate thrust by drawing in water from beneath the hull and expelling it at high pressure toward the rear. These sports boats are classified into two categories according to their intended use.

The first is the "Family Fun (FF) model" (Figure 1), designed primarily for marine activities such as wake surfing and towing, as well as for enjoying leisure and relaxation on the water. The second is the "Family Sport Hybrid (FSH) model" (Figure 2), a center-console type boat designed with fishing applications in mind. Currently, our company offers a lineup of four size ranges — 19 ft, 22 ft, 25 ft, and 27 ft — for both FF and FSH models, and we proudly hold the No. 1 market share in the U.S. jet boat segment.

In order to further expand our product lineup and business scale — and to strengthen our presence as a premium brand within the Family Fun category — Yamaha Motor developed the 29-foot class flagship model "295XD," the largest sports boat ever produced by our company, for market introduction.

1

はじめに

当社は、船底から水を吸引し、後方へ高圧で噴出することで推進力を得るウォータージェット推進機を搭載したスポーツボート(以下 SB)を展開している。

このSBは用途に応じて2つのカテゴリに分類される。ひとつは、ウェイクサーフィンやトーイングなどのマリンアクティビティ、水上でのリラックスタイムを楽しむことを主目的とする「Family Fun (以下 FF)モデル」(図1)である。もうひとつは、釣り用途を意識したセンターコンソール艇である「Family Sport Hybrid (以下 FSH)モデル」(図2)である。現在、当社は19ft/22ft/25ft/27ftの4サイズレンジで、各種 FF および FSH モデルを展開しており、アメリカのジェットボート市場においてシェア1位を誇っている。

さらにラインナップの拡充と事業規模の拡大を図るとともに、FF カテゴリにおけるプレミアムブランドとしての存在感を一層

高めるため、当社最大となる29ftクラスのフラッグシップモデル「295XD」の市場導入に向けた開発を行った。



図1 Family Fun モデル



図2 Family Sport Hybrid モデル

2 開発の狙い

2-1. 企画コンセプト／目標

企画コンセプトは“Halo of YAMAHA”とし、フラッグシップモデルとしての位置づけに加え、ヤマハブランドを象徴する存在(Halo)となることが求められた。

その実現に向けて、以下の3項目を企画目標として設定した。

1. プレミアムな製品の実現
2. 次世代 CASE テクノロジーの搭載
3. ウェイクサーフィン機能の搭載

2-2. 技術目標

企画目標の達成に向けて、以下の3項目を技術目標として設定し、開発を進めた。

1. 船内レイアウトの刷新および新規フィーチャーの開発
 - ・デッキレイアウトの刷新
 - ・大型ハードトップの採用
 - ・収納式スイムシートの採用
 - ・NVH(Noise、Vibration、Harshness)の向上
 - ・大型モデルの運動性の向上
2. 最新操船アシストシステムの採用
 - ・「HELM MASTER EX」^{[1][2]}の搭載
3. ウェイクシステムの進化

3 仕様と技術の特徴

3-1. 主要諸元

本モデルの主要諸元を表1に示す。

表1 主要諸元

全長(m)	9.0(パウローラー含む)
全長(m)	8.7(パウローラー除く)
全幅(m)	2.8
全高(m)	3.3
乾燥重量(kg)	約3,300(開発中の数値)
燃料タンク容量(L)	420
種類・気筒数・配列	並列4気筒 直接水冷却
総排気量(cm ³)	1,812
エンジン出力(kw)	183kw(250PS)/7,500rpm × 2機掛け
ドライブ形式	φ 160mm シングルステージ軸流ポンプ ステンレス3翼インペラ
US 標準価格(25年)	\$215,749

3-2. スタイリング／デッキレイアウト

エクステリアの特徴としては、船首に向かって伸び上がるガンネル(船体の最上部の縁)ライン、個性的な艇体側面の形状、さらに機能性を兼ね備えた大型ハードトップがあげられる(図3)。

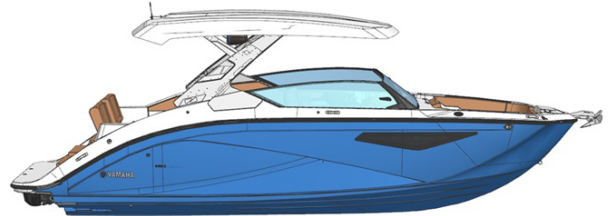


図3 エクステリア

インテリアの主なポイントは、スタン(船尾)からパウ(船首)まで段差なく続くフロア(図4)、左舷側に通路を配置することで実現した広々としたパウエリア(図5)、そして快適な操船席スペース(図6)とスタンエリアである(図7)。

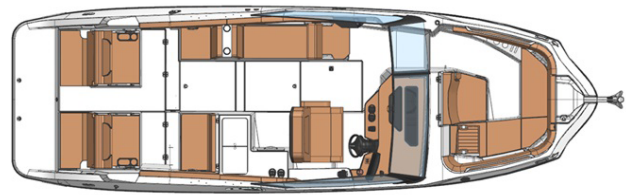


図4 インテリア



図5 パウエリア



図6 操船席



図7 スタンエリア

3-3. 大型 FRP ハードトップ

デッキ広範囲をカバーする日除けエリアのため、大型 FRP (Fiber Reinforced Plastic) ハードトップを開発した(図8)。設計要件は表2に示す。

表2 ハードトップ設計要件

機能	日除け、雨除けエリア(「275SD」比 140%)
構造	外洋耐久試験に耐えること 航走中の変位が許容内であること
安定性	艇体への横安定性の影響が許容内であること
スタイリング	上部アルミ構造部材が露出していないこと ハードトップ全体を後部脚部のみで支えること



図8 ハードトップ

特に難易度が高かったのは構造要件である。外洋において、荒天状態の航走時に発生する重力角速度でも艇体強度を確認する事が求められる。外洋試験時には各方向に大きな重力加速度が発生することが過去の試験結果から想定されていた。そのため、重量物であるハードトップを支えるタワーの強度および剛性の確保は、本プロジェクトにおける重点課題の一つであった。

まず、機能要件を踏まえたうえで3D モデリングを行った。その際、アルミ製の上部構造物を FRP 製ハードトップの上下部品で覆い隠す構造とすることで(図9)、スタイリング要件も同時に満たすことができた。

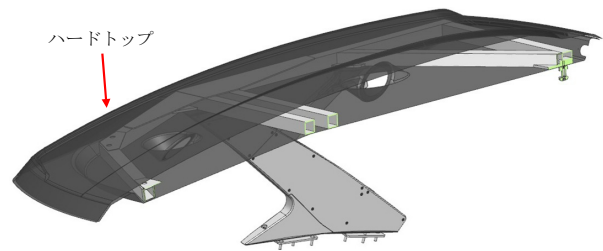


図9 ハードトップ断面

次に、3D データを用いて強度解析を、製造性、コストと軽量化のバランスを考慮しながら行い、試作品による静止荷重試験を経て外洋耐久試験に臨んだ。結果、外洋試験を一度でクリアすることができ、ハードトップの開発をスムーズに完了することができた。

性能要件については、構造部を含めて400kg 以上の上部構造を搭載することで艇体の重量重心が高くなり、その結果、動的な横安定性の低下が確認された。これに対し、船底滑走面の両側に外下がりのチェーン形状(リバースチェーン)(図10)を採用することで、船底から受ける動的な水圧を増大させ、ボートの左右方向のふらつき挙動を大幅に改善することができた。

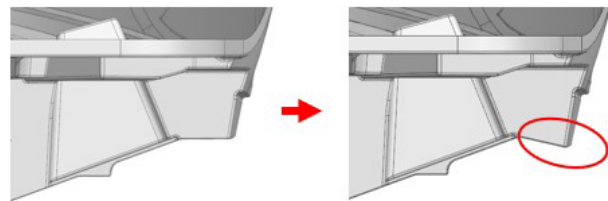


図10 リバースチェーン

市場を見渡すと、最高級モデルであっても、このような構造のハードトップは存在しておらず、一般的にはサイズが小さいものの、キャンバス生地を用いたソフトトップ、あるいはバウ側にもピラーを立てて支える構造のいずれかが採用されている。そのような中で、上記のすべての要件を満たすハードトップを開発できたことは、達成であると考えている。

3-4. NVH

NVH は、顧客がボートに求める要件の中でも非常に重要な項目であり、“Halo of YAMAHA”にふさわしい高い静粛性の実現を目指して、各種の騒音低減対策を講じた。

特に騒音への寄与が大きいデッキ振動の抑制に注力し、主な加振源であるジェットポンプについてはラバーマウント化による構造見直しを実施した(図11)。これにより指示部のラバーマウントの減衰効果により振動や騒音を抑える効果を実現させた。さらに、デッキ各部の補強および積層構成の最適化を図る

ことで、構造的な振動伝達の低減を図った。また、音響解析を活用した排気構造の最適化を行い、排気管長の見直しとレゾネーターを追加し排気システムを刷新させた(図12)。特に巡航域において現行モデル比で大幅な騒音低減を達成した。以上により、フラッグシップモデルにふさわしい高い静粛性を実現することができた。

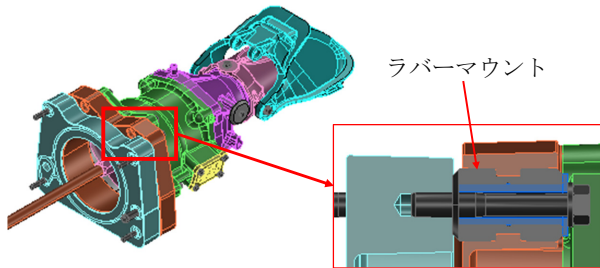


図11 ジェットポンプのラバーマウント構造

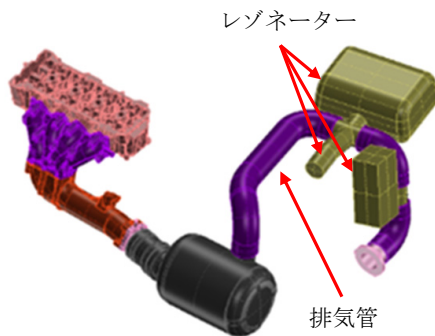


図12 新排気システム

3-5. 運動性能

本モデルは、現行機種「275SD」と比較して全長は約440mm(5%)の増加にとどまるが、乾燥重量は約650kg(25%)増加しており、搭載エンジンは同一であることから、加速性能および最高速力の低下が課題とされた。

これに対し、ウォータージェット推進の効率を最大限に引き出すため、船体のジェットダクト周辺の流体解析を実施し、ダクト形状およびインペラを最適化した結果、ダクト内の圧力損失が現行モデルに対し50%低減させることができた(図13)。これにより、同一エンジン出力でありながら、艇体サイズの拡大による最高速力の低下を最小限に抑え、プレミアムモデルにふさわしい加速性能(図14)を実現することができた。

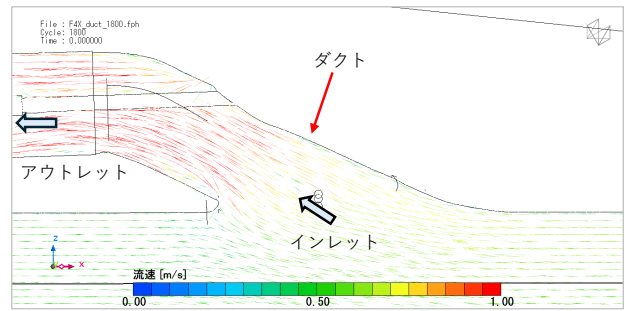


図13 ダクト流体解析

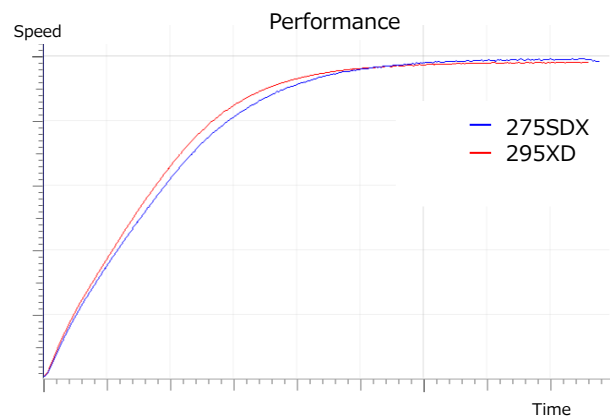


図14 加速性能

3-6. 「HELM MASTER EX」の搭載

離着岸は、ボート操船の中でも最も難易度の高い操作であり、テクノロジーによる革新が求められている。当社も操船アシストシステムの開発に注力しており、2023年には「DRIVE X」^[1]、2024年には「HELM MASTER EX」^[2](以下、「HM EX」)を開発し、離着岸性および低速操船性を大幅に向上させた。本モデルでは「HM EX」を搭載することで、JOYSTICKによる直感的な操作性を実現した(図15、図16)。



図15 「HELM MASTER EX」の JOYSTICK

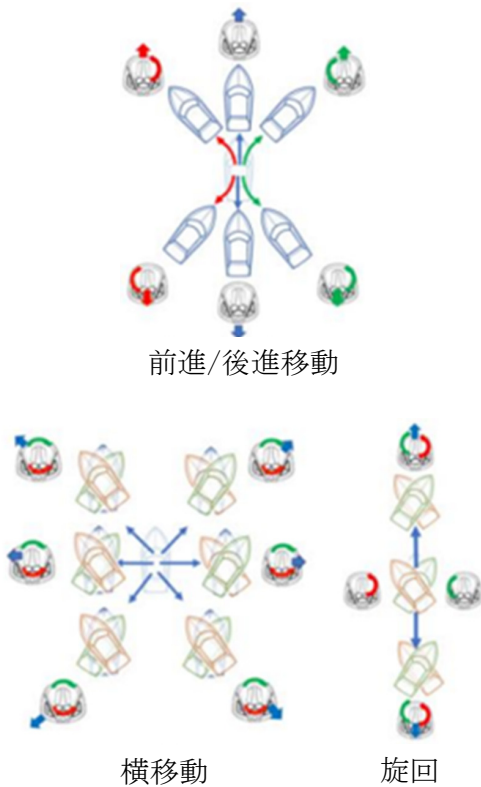


図16 「HM EX」の操船イメージ

検討にあたっては、2機掛けのエンジン間距離（以下、エンジンピッチ）がポイントとなった。着岸性能の主要因である横移動速度を最大化するには、エンジンピッチを大きくする必要がある。しかし、船底形状がV字であるため、エンジンピッチを大きくし過ぎるとデッキレイアウトの自由度が制限され、居住性や収納スペースを犠牲にしてしまう。そこでプロトタイプ艇を用いて検証を行ったところ、エンジンピッチを25ftモデルと同じ600mmとしても制御のパラメーター調整で十分な横移動性を確保できることが確認された。それにより、デッキレイアウト自由度を犠牲にすることなく、高い離着岸性と低速操船性を実現することができた。

3-7. ウェイクシステムの進化

ウェイクサーフィンとは、1990年代後半から2000年代にかけてアメリカで本格的に普及したスポーツであり、ボートがつくる波（ウェイク）を利用してサーフボードで波乗りを楽しむものスポーツである。当社のラインナップでは25ftおよび22ftモデルにウェイクシステムを搭載しており、以下のコンポーネントで構成されている（表3）。

表3 ウェイクシステム構成

名称	機能
バラストシステム	船内のセンターと左右舷後方に標準搭載しているバラストバッグに水を注入することで大きなウェイクを発生させる
電動ウェイクブースター	船尾に取り付け、ウェイクの形を整える
スピードコントロール	一定のスピードで航走することでウェイク形状を安定させる

アメリカでは、ウェイクサーフィンに特化した高価格帯のボートも多数存在しており、本モデルにもウェイクシステムを搭載することが企画要求としてあげられた。

開発にあたっては、形成されるウェイクの評価指標（高さ、角度、パワーなど）を定めた上で、想定するユーザーにとって理想的なウェイクを定義した。その上で、各種コンポーネントの詳細検討を行った。具体的には、エンジンルーム内に最大限に搭載可能なバラストバッグ量（約300kg）、電動ウェイクブースター（図17）のフラップの形状と取付け角度を最適化、スピードコントロールシステムのチューニングを実施した。

これらをプロジェクト序盤から前倒しで進めたことで、各コンポーネントを高い完成度で作り込むことができた（図18）。その結果、目標である「初心者、中級者に適したウェイク」を実現することができ、より充実したマリナクティビティ体験を可能とした。



図17 電動ウェイクブースター



図18 ウェイクイメージ

4 おわりに

「295XD」は、企画コンセプトを刷新し、開発を一から見直すことで、当社 SB の象徴的存在、“Halo of YAMAHA” にふさわしい艇に仕上がった。今後も、さらなる進化と改良に取り組み、先進的なモノづくりを通じて、お客さまに魅力ある商品を提供し続けていく。

■参考文献

- [1] 村山卓弥, 竹若誠人, 沼田裕貴: フラッグシップスポーツボート「275SDX」の開発, ヤマハ発動機技報, No. 57 (2022)
https://global.yamaha-motor.com/jp/design_technology/technical/product/pdf/browse/57ss04.pdf
- [2] 三浦宏信, 高川 翔: スポーツボート「255 FSH SPORT H」への「Helm Master EX」搭載, ヤマハ発動機技報, No. 58 (2023)
https://global.yamaha-motor.com/jp/design_technology/technical/product/pdf/browse/58ss06.pdf

■著者



三浦 宏信
Hironobu Miura
マリン事業本部
開発統括部
WV / SB 開発部



杉本 亮平
Ryohei Sugimoto
Y.M.U.S.⁽¹⁾

(1) YMUS: Yamaha Motor Corporation, U.S.A.