

## 2011モデルスノーモビル APEX

2011 model snowmobile "APEX"

窪田 隆彦 高橋 優輔 高田 一成 鈴木 豪仁 村嶋 篤 中野 太久二  
鈴木 明敏 岡田 弘之 中村 明彦 竹田 達也



### Abstract

In 1998, the total world demand for snowmobiles was approximately 270,000 units. The chronic lack of regular snowfall in many market areas since then and the recent global recession have caused this market to shrink drastically, however, to the point where total demand for 2010 is expected to be in the range of just 150,000 units. In this industry, Yamaha Motor Co., Ltd. has been a leader in introducing environmentally sound technologies and products, as exemplified by the 2003 release of the "RX-1" model powered by a 4-stroke engine (an industry first). Furthermore, as a 2011 model, we have introduced the New Apex as a flagship model incorporating innovative design and advanced technologies with a product concept of the "Fastest Trail Model." This model is the first snowmobile in the world to feature power steering and it also mounts Yamaha's EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve) system for the first time to provide outstanding drivability. Together these features ensure reliable cornering and high-speed performance. In this report we introduce the development of this model.

### 1 はじめに

1998年、スノーモビル(以下SMB)の総需要は、全世界で約27万台であったが、その後の降雪不順や世界的な景気後退等により、2010年現在の市場規模は約15万台まで縮小した。ヤマハ発動機は、2003年モデル「RX-1」に4ストロークエンジンを搭載するなど、環境技術への取組みでSMB文化の発展と地球環境の保全に貢献してきた。さらに2011年モデルでは独創性と先進技術を投入し、「トレール最速」をコンセプトとするフラッグシップモデルNew「Apex」(以下、本モデル)を投入した。本モデルではSMBで世界初となるPower Steeringと、さらなるドライバビリティーの向上を追求した「EXUP(Exhaust Ultimate Power Valve)」を新たに採用し、信頼のコーナリングと高速走行を達成した。

諸元表

名称	Apex	Apex SE	Apex X-TX
全長(mm)	2,835	2,835	3,000
全幅(mm)	1,230		
全高(mm)	1,210		
種類・気筒数・配列	水冷4ストローク・並列・4気筒		
総排気量(cm <sup>3</sup> )	998		
ボア×ストローク(mm)	74.0 X 58.0		
始動方式	セルスターター		
点火方式	デジタルT.C.I.		
スキースタンス(mm)	1,086		
トラック・長さ×幅×高さ(インチ)	128 × 15 × 1.25		144 × 15 × 1.25
懸架方式 前	ダブルウィッシュボーン(独立)		
フロントショック	YHSJ C40 アルミガスショック	FOX FLOAT2 (エアショック)	YHSJ C40 アルミガスショック
懸架方式 後	Mono Shock II RA		Dual Shock CK 144
センターショック	-	-	YHSJ C40 アルミガスショック
リアショック	KYB 伸側減衰調整機能付き C46 アルミガスショック	FOX MEGA FLOAT (エアショック)	YHSJ 圧側減衰調整 サブタンク付き C40 アルミガスショック
ブレーキ形式	ベンチレーテッド油圧ディスク		
リバース	標準(マニュアル式)		
燃料タンク容量(リットル)	34.6		
ヘッドランプ	12V60W/55W × 2 ハロゲン		
乗車定員(名)	1		

## 2 フィーチャマップ

下図にフィーチャマップを示す。



図1 フィーチャマップ

### 3 車体／サスペンション概要

#### 3.1 細部の最適化を図ったアルミ製フレーム、新作リアフレーム

軽量かつ剛性バランスに優れたアルミ製フレームを継続採用した。新たに、〈ゲートステアリング〉部分を高圧ダイキャストで構成することにより、より高次元な剛性バランスを引き出している。また、ショート化したサイレンサーとの適合を図り、マス集中を図るため新設計リアフレームを採用した。

フレームの剛性バランスにはさまざまな要素が干渉する。バランスの鍵となるのがねじれ剛性値であり、スポーツ型のスノーモバイルでは、コーナリング時の遠心力に対応するだけでなく3次元的な車体の挙動に呼応できる柔軟性が求められている。本モデルでは、エンジン懸架後方の車体中心点を固定することにより前後から反対のねじれの力を加えた場合のねじれ難さ、すなわちねじれ剛性を高く確保した。また、同時に構造解析と実走テストでの官能評価を経て最適バランスを実現している。

#### 3.2 多彩なアルミ材を組み合わせたフレーム

本モデルでは最適な強度と剛性バランスを確保するため、鋳造・CF(Controlled Filling)ダイキャストなどの「鋳造素材」と、押出し材・板材などの「展伸素材」、合計50点のアルミパーツをスチールリベットにて締結し、ユニットとして構成している。さらに足まわりとの相乗効果によりトレール最速のコーナリングマシンへの進化に大きく貢献している。

#### 3.3 新次元のハンドリング、リニアなステアリング設計

本モデルでは、走行スピード、走行環境、雪質などにかかわらず、ステアリング操作荷重の軽減、高速走行やコーナリング性能のジャンプアップを目指し、新たにリニアステアリング設計を導入した。これは、エンジン、車体のトータルバランスがハンドリングの基礎であることから、フロントまわりのディメンションやスキー特性などを最適化することにより、さらなるリニアなハンドリングを実現したものである。

具体的には下記に示す①EPS(Electric Power Steering)、②トレールの設定、③新設計スキーの相乗効果によるものである。

##### ①EPS(Electric Power Steering)

車速、エンジン回転数、ステアリング操作の入力を検知し、最適アシスト比率を演算し、モーターでアシストを行う。これにより、操舵力の低減や車両の軽量感を向上させている。またユニットは車両中央に配置してマス集中設計を行った。**図2**

##### ②トレールの設定

本モデルでは、スキーとピニオン軸に最適量のトレール(**図3-①**)を設けた。**図3、図4** これによりコーナリング中(ハンドル操舵中)、外スキーを外側にオフセットさせる効果を生み出し、コーナリング限界を高めている。実は、トレール値を増やすとスキー後部の雪面からの側面反力(抵抗)が増えるため安定感



図2 EPS外観写真

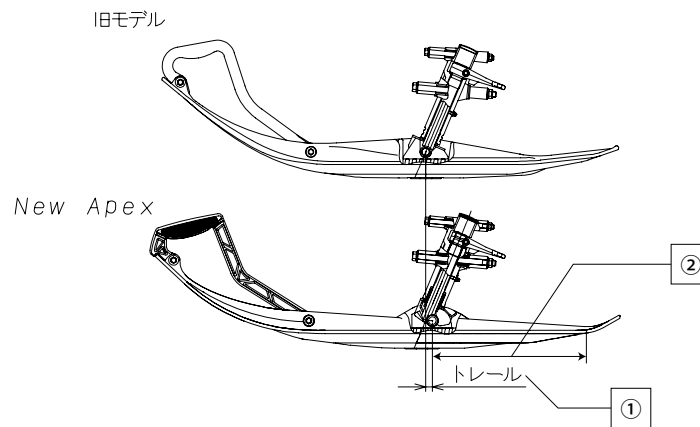


図3 フロントサスペンション比較図



図4 New Apexフロントサスペンション外観写真

は増すものの、旋回時のステアリング操作は重くなり、安定性とステアリングの操作荷重は二律背反要素として技術上のハードルとなっていた。本モデルでは、EPSによるサポート力とこのトレール量のバランスを最適化することで、優れたハンドリング特性を引き出している。

### ③新設計スキー

本モデルでは、全面新設計のスキーを採用することで、コーナリング時の安定感のあるハンドリングと高速域での直進安定性を高次元で両立した。

安定感のあるハンドリングを生み出す上でポイントとなったのは、キール(図5-①)に内蔵されているランナー(図5-②)を、直線を組み合わせて曲率を大きくつけた形状としたことである。これにより、ステアリングを切ったとき、エッジとして機能するランナーの役割をさらにアップさせ、狙いのラインを取りやすく、シャープな旋回性を引き出すことに成功した。また、スキー先端部(図5-③)をフラット形状としたことで、わだちやギャップなどの雪面外力の影響を受けにくく安定したハンドリングを実現した。

また、高速域での優れた直進安定性は、スキー下面後部のストレート部(図3-②)の距離を最適化することで実現した。図5、図6

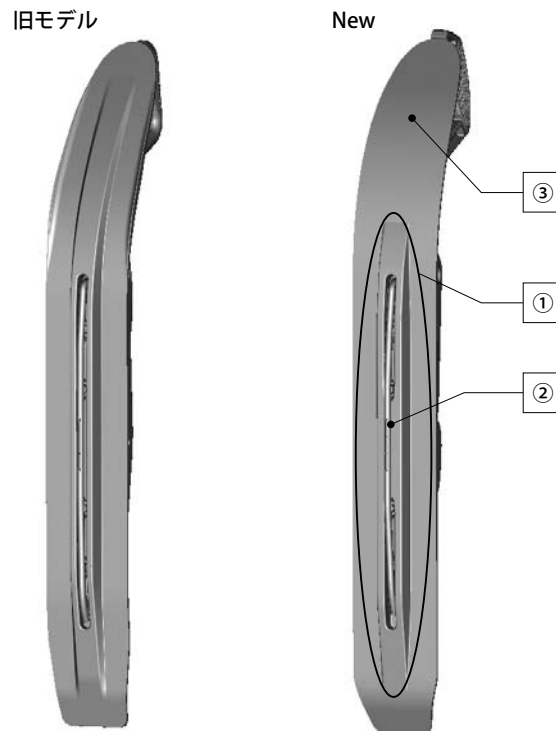


図5 スキー下面部比較図



図6 New Apexスキー外観写真



### 3.4 快適性を演出するウインドプロテクション

本モデルの得意とするトレール走行では車速も高く、ライダーは外気温以下の体感温度となる。風を多く受ければ体力が奪われ、また巻き込みが多ければマシン操作性も損なわれる。一方で、ウインドシールドの面積を大きくすれば防風効果は向上するが、空気抵抗が大きくなるため、最高速、加速性能に影響を及ぼす。そこで、快適性、操作性、空力などのベストバランスを求めてウインドシールドの形状変更を行った。なかでも、ウインドシールドトップの形状、サイドフードの形状などに注力し、コンピューター解析を中心に開発を重ねて、空気抵抗を少なくしながら、頭から腹部、膝まわりへの巻き込み風の低減。快適で性能を損なわないウインドプロテクションを実現した。図7

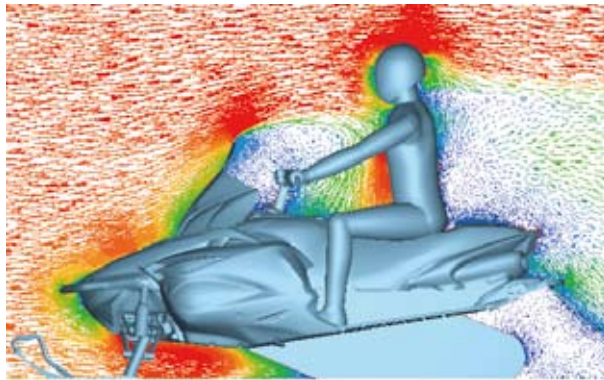


図7 ウインドシールド解析イメージ

## 4 エンジン概要

本モデルのベースとなっているエンジンは、2003年モデル「RX-1」に採用した当社初のSMB用4サイクルエンジンで、2006年にFI(Fuel Injection)化を中心としたアップデートを行い、現在でも4サイクルスポーツカテゴリーをリードする原動力となっている。本モデルではそのエンジンを更に熟成・進化させ、トレール最速のフラッグシップモデルとしてふさわしい動力性能を与えた。

### ①排気集合形式変更

従来モデルの4-2-1集合から4-1集合に変更し、管長・管径も合わせて見直すことでピーク性能向上を図った。

### ②スノーモバイル初EXUP採用(Exhaust Ultimate Power-valve)

EXUPは排気管内に可変式のバルブ(絞りを設け、エンジン回転数などの条件に合わせて排気圧力波を制御するシステムで、これまで当社二輪車で多く採用されてきた。

本モデルではピーク性能向上を狙い4-1集合を採用しているが、これにより中低速領域にトルク谷が発生する。EXUPの採用によりこのトルク谷を解消し、従来モデルに対し全域で性能向上を達成している。また、本機構の採用はアイドル時の静粛性や、後述するミッドシップ化にも貢献している。図8

## ③ミッドシップ排気サイレンサレイアウト採用

従来モデルに対し、サイレンサ搭載位置を前方に移動させ、マスの集中化を図ることで運動性能を向上させた。また、サイレンサ周辺部品の構成を見直すことでコストダウンと軽量化をはかり、さらに整備性を向上させている。図9

## ④K.C.S.採用(Knock Control System)

K.C.S.の採用は、燃焼室での異常燃焼を常時監視し、燃焼状態に応じて点火時期を最適に制御することで、使用する燃料に関わらずエンジンパフォーマンスと信頼性を両立することを目的としている。

本モデルではプレミアム燃料使用を指定しているが、SMBの使用環境においてはプレミアム燃料を入手できない事態も想定される。そこで本システムの採用によりレギュラー燃料を使用せざるを得ない状況下でも走行が可能となった。

## ⑤I.S.C.採用(Idle Speed Control)

アイドリング時にエンジンに供給する空気の量を調整する機構を従来のWAXタイプから、ステッピングモータを使用したプログラム制御(I.S.C.)に変更することで、低温始動性、アイドル安定性を向上させた。

上記項目の他に吸気ファンネル径・管長見直し、カムイベントアングル、F.I.適合、点火タイミングの見直しにより、従来モデルに対し3.7kW(5PS)ピーク性能向上、及び中間域のトルク向上を達成している。



図8 チタン製エキゾーストパイプとEXUPバルブ

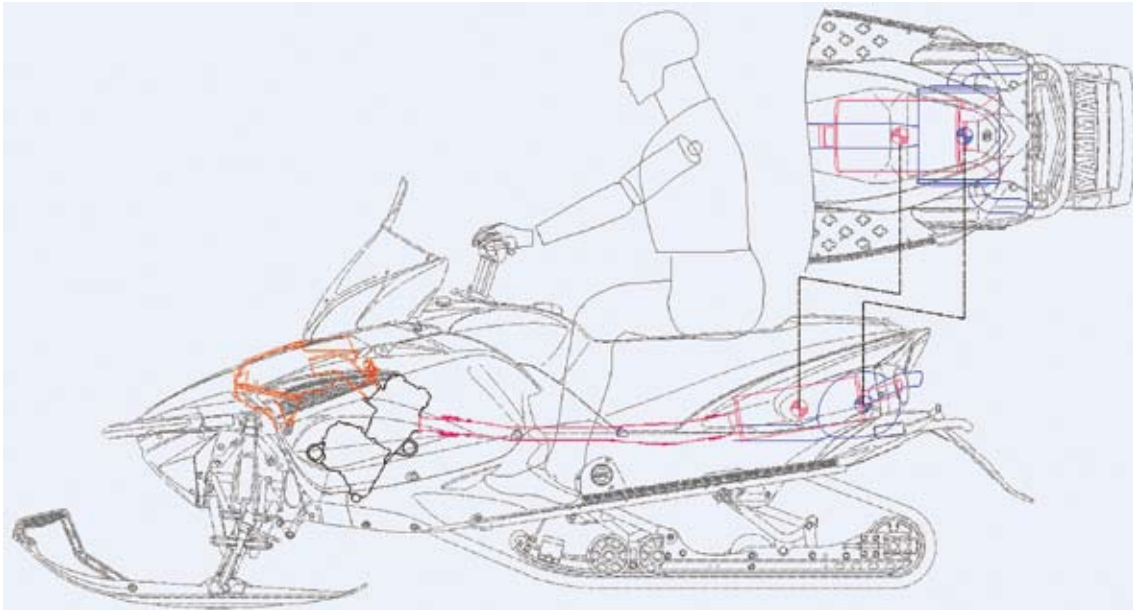


図9 ヤマハ独自の後方排気レイアウト、及びミッドシップ排気サイレンサレイアウト  
青線が旧モデル、赤線が New Apex

## 5 おわりに

本モデルは、APEXの正常進化として、EPS、EXUP等のNEWフィーチャーを軸に「トレール最速のコーナリングマシン」をコンセプトとして開発を進めてきた。事前におこなわれたプレスやコアカスタマー対象の試乗会でも、高評価をいただいております、＜スノーモバイルのハンドリング新基準＞を提唱するモデルに仕上がっているものと確信する。



■著者



左から

窪田 隆彦	Takahiko Kubota	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
高橋 優輔	Yuusuke Takahashi	MC事業本部 技術統括部 電子システム開発部
高田 一成	Kazunari Takata	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
鈴木 豪仁	Takehito Suzuki	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
村畠 篤	Atsushi Murashima	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
中野 太久二	Takuji Nakano	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
鈴木 明敏	Akitoshi Suzuki	生産本部エンジン製造統括部 第3SyS部
岡田 弘之	Hiroyuki Okada	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
中村 明彦	Akihiko Nakamura	MC事業本部 技術統括部 RV技術部
竹田 達也	Tatsuya Takeda	MC事業本部 技術統括部 電子システム開発部