

スノーモービル RSVectorシリーズ

The RSVector Snowmobile Series

中野 太久二 Takuji Nakano 甲斐 学 Manabu Kai 窪田 隆彦 Takahiko Kubota
●MC事業本部RV統括部

製品紹介



図1 RSVectorシリーズ

The present worldwide snowmobile market demand is estimated at about 200,000 units annually. Of this, the largest volume zone is the mid-class models (73.5~95.5kW engine range) with an estimated demand of 90,000 units. Representing Yamaha Motor Co., Ltd. in this class, with the role of establishing Yamaha's firm position as the 4-stroke snowmobile leader, are the RSVector series models. Models that clear the USA's 2006 EPA (Environmental Protection Agency) emissions standards were introduced by the competitors last year, both in the form of 4-stroke models with turbocharger functions and 2-stroke models with direct fuel injection. As a result, the snowmobile industry has now entered a new stage where makers must compete by producing models with engines that offer not only the light weight and high power output traditionally demanded in snowmobiles but also environmental friendliness.

Here we report on the RXVector series models developed to answer these market needs.

1 はじめに

現在、スノーモービル(以下、SMB)の全世界の総需要は、約20万台である。その中で、最高出力が73.5~95.5kWのミドルクラスは、約9万台の最も大きなボリュームゾーンである。RSVectorシリーズ(図1)は、このミドルクラスにおいて、"4ストロークエンジンSMBはYAMAHA"といわれる地位を確立する使命を負った。昨今、競合各社から、2006年より施行されるEPA(Environmental Protection Agency)の排ガス規制をクリアした商品(4ストロークエンジン+ターボチャージャー搭載モデル、2ストロークエン

ジン+ダイレクトインジェクション搭載モデル)が発表された。SMBに求められる軽量、高出力に加え、環境に配慮したエンジンが市場に導入され、環境対応を踏まえた新しい土俵での商品競争になっている。

2 コンセプト

2003年に発売したRX-1は、4ストロークSMBの需要を創造する使命を受け、顧客の視点を4ストロークSMBに向けるためパフォーマンス、特に高い加速、最高速性能を発揮させるコンセプトで導入された。今回開発したRSVectorシリーズには、4ストロークSMBの世界を確立し、徹底して4ストロークSMBの価値を浸透させるため、パワー、ハンドリング、コンフォートのパーフェクトコンビネーションを求められた。"Advanced Light Weight Performance 4ストローク SMB"という商品コンセプトのもとにRSVector、RSVector ER、RSRage、RSVenture、RSVenture TF、RSVector Mountainを開発した。車両重量、エンジン出力は、SXV700(2ストローク、3気筒、700cm³エンジン+セルスターター付きモデル)同等とした。RSVectorシリーズの代表モデルであるRSVectorとRSVenture TFの仕様諸元を表1に示す。

このモデルの根幹をなすエンジンとサスペンションを中心に紹介する。

表1 仕様諸元

項目	RSVector	RSVenture TF
全長	2,755mm	3,210mm
全幅	1,225mm	1,275mm
全高	1,212mm	1,280mm
排気量	973cm ³	
気筒数・配列	並列 3気筒	
ボア×ストローク	79 × 66.2 mm	
圧縮比	11.3	
バルブ数	4/バルブ/気筒	
冷却方式	水冷	
潤滑方式	ドライサンプ	
キャブレター形式	ケーヒンCVK40 × 3, 温水配管付き	
点火方式	T.C.I.	
エキゾーストパイプ・マフラー形式	3-1-2	
変速機	Vベルト自動変速機	
プレーキ形式	対向ピストン	
スキー形式	樹脂スキー	
スキースタンス	1,085 mm	
フロントサスペンション形式	インディペンデント ダブルウィッシュボーン	
フロントサスペンショントラベル	229 mm	
リアサスペンション形式	プロアクティブ リアサスペンション	プロコンフォート リアサスペンション 151フリップアップ
リアサスペンショントラベル	292 mm	
トラックベルトサイズ (幅×周長×パターン高さ)	381×3,072× 31.8 mm	381×3,835× 31.8 mm
燃料タンク容量	38 L	
オイルタンク容量	3.5 L	

3 エンジン

4ストロークSMB第2弾であるRSVectorシリーズのエンジン(図2)のセールスポイントは軽量、コンパクト、高出力である。

4ストロークSMB第1弾である並列4気筒998cm³ RX-1から約10kgの軽量化をしつつSXV700と同等の出力を実現した。少ない投資(人、物、金)で開発することを狙い、スポーツバイクFJR1300の4気筒エンジンをベースに3気筒化し、排気量を973cm³とした。以下にその詳細を紹介する。

3.1 シリンダーヘッド

シリンダーヘッドの基本寸法はFJR1300を踏襲。性能向上と吸排気レイアウト変更のために、吸排気ポートを新作した。また、冷却系の仕様決めにはシリンダーヘッド水流れ解析(図3)を活用し、作り込みの時間短縮を図った。

3.2 クランク、ピストン

圧縮比アップのためピストンはFJR1300から小変更した。クランクは、出力取り出しをCVT(Continuously Variable Transmission)用に補機類駆動レイアウトを変更するため新作した。3気筒240度等間隔爆発のため偶力バランサーを搭載し、エンジン振動はRX-1以下に抑えている。

3.3 カムシャフト

性能向上のため、カムプロフィールを新作した。性能開発にはシミュレーションを活用し、テスト仕様の絞り込みを実施し、開発効率向上を図った。

3.4 潤滑系

RX-1同様ドライサンプとした。3ローター(2回収+1加圧給油)のトロコイドポンプ(図4)を採用し、クランクケース内の負圧化を実現させ、ロス馬力低減による性能向上とオイル消費の節減を達成した。



図2 エンジン



図3 水流れ解析

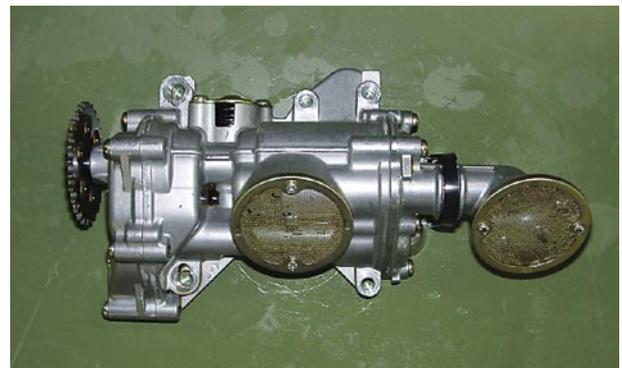


図4 オイルポンプ

3.5 冷却系

ウォーターポンプからクランクケース、ヘッドシリンダーへの通路をクランクケースに一体成形したダイレクトイン構造とし、軽量化、コストダウンを図った。ウォーターポンプは、高効率で大径のインペラーを開発し、RX-1以上の冷却水循環水量を実現した。

3.6 吸気系

ケーヒン製CVK40、3連装キャブレターを新規開発し、目標性能達成と2006年排ガス規制クリアを果たした。アイシング、スノーイング対策として、電気式ヒーターと冷却水利用の温水ヒーターを併用している。エアクリーナー内にブリーザーボックスを一体成形し、コストダウンとコンパクト化を図っている。

3.7 排気系

3-1-2集合の排気システム(図5)とし、低速から高速までスムーズなトルク特性を実現した。

RSVectorとRX-1の差別化を図るため、車体のリア回りのデザインを一新した。リア回りをより小さく見せるように、排気サイレンサーをRX-1のものより小型化しているが、最適設計により騒音規制値をクリアすることができた。

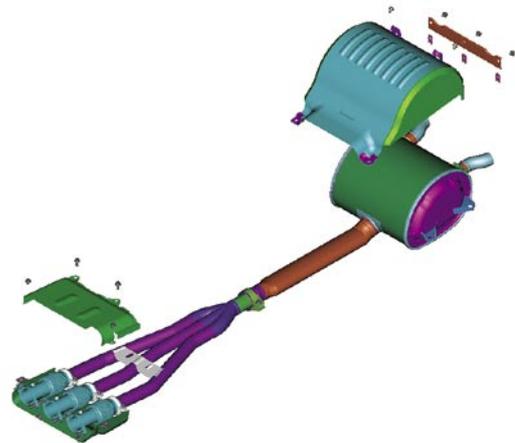


図5 排気系

3.8 クランクケース

アッパーケースにLP(Low Pressure)鋳造による直メッキ+クローズドデッキー一体シリンダーを採用し、オイル消費を格段に減らすことができた。

3.9 始動系

1気筒当たりの排気量がRX-1より大きいため、低温でのクランキングトルクが増大している。

そこで、セルモーターの出力アップと同時に0W-30の極低温用オイルを開発し、 -30°C における十分な始動性能を確保した。

3.10 制御系

冷機時エンジン保護制御、暖機制御、キャブレターヒーター制御、オーバーヒート制御等の基本制御はRX-1を踏襲した。

3.11 環境への対応

2006年から導入される排ガス規制を1年前倒しでクリアさせた。燃費は、2ストロークモデル(SXV700)より40%向上させることができた。

4 サスペンション

スノーモービルは、変化に富んだ条件下で使用される。また、使用用途も多種多様にわたっている。

気温：+15℃～-35℃

雪質：氷・シャーベット・圧雪・新深雪など

走路：整地・不整地・山の斜面・凍った湖・林の中など

用途：ツーリング・スポーツ走行・レース・荷物の牽引など

そのスノーモービルのカテゴリーは、使用用途とトラックベルトの長さ(周長)で決まっている。今回のRSVectorシリーズには、そのカテゴリーに合わせ成熟させた2種類のフロントサスペンションと、独自に新開発した5種類のリアサスペンションが搭載されている。

4.1 フロントサスペンション開発

4.1.1 RSVector専用ワイドスキースタンス・フロントサスペンション

RX-1がフラットトレールをメインターゲットとしたリンクレイアウトであるのに対して、今回RSVectorに採用したダブルウィッシュボーン・フロントサスペンションは、どのような路面条件においても旋回に必要なサイドフォースを適切に得られるよう、新ジオメトリーによるロール剛性の見直しと、スキースタンス及びスキー形状の新設計を行った。車体の軽さとあいまって軽快な操縦性を実現した(図6)。スキーは、ヨーロッパ市場で要求される新深雪での走行性能を向上させるため、フローティング効果を最大限に発揮し、かつ旋回時のハンドル操作も重くならないスポーツユーティリティー専用のスキー(POWDER SKI)を新設計した(図7)。

4.1.2 マウンテンモデル専用ナロースキースタンス・フロントサスペンション

RSVector Mountainには、斜面走行(トラバース走行)に有利なナロースキースタンスの山モデル専用のダブルウィッシュボーン・フロントサスペンションを採用した(図8)。スキーは、新深雪では今までにないフローティング効果と旋回性能を発揮し、かつ圧雪トレール路面でも軽快なハンドリングを得られ



図6 ワイドスキースタンス・フロントサスペンション



図7 スポーツユーティリティー専用新設計スキー



図8 ナロースキースタンス・フロントサスペンション



図9 マウンテン専用新設計スキー

るマウンテン専用スキー(MOUNTAIN SKI)を新設計した(図9)。

4.2 リアサスペンション開発

新設計のリアサスペンションは従来のプロアクションプラス・サスペンションに対して、約6kg(20%)の重量軽減を実現した。手法として、サスペンションの内部応力を複雑なリンク内で処理せず、単純にフレームと地面に発散させるようにし、シンプルな構造を用いるようにした。また、多機能一体化部品の作成に際し、アルミ・樹脂材料を積極的に使用することにより、部品点数・コストは30%以上の削減を達成した。さらに、一部の部品変更だけでカテゴリー毎の特性を調整できる機構を用い、共通部品を多用して、専用部品を削減した。

スノーモービルのリアサスペンションは一言でいうと揺動(フレームスライディングのシーソー運動)を抑制すれば乗り心地が良くなり、ピッチングさせれば加速性に富むアグレッシブなサスペンションとなる。新開発のサスペンションでは、揺動調整機構(C-ROD機構)と新開発のフローティングリンクを用いることで、カテゴリー毎に個々に要求されるサスペンションの特性・コンセプトに対応できる機構となっている。以下にカテゴリー毎に新設計したリアサスペンションを紹介する。

4.2.1 プロアクティブ・リアサスペンション(RSVectorに搭載)(図10)

どのような雪質でも速度・姿勢・加速の変化量を少なくしたアプローチアングルを採用し、プロアクションプラス・サスペンションより強烈な加速フィーリングをどの速度域からでも得られるリンクレイアウトを新設計した。独自のフローティングリンクの採用により、リアサスペンションのフロント部分とリア部分のショックアブソーバーの反力配分を、ストローク量で自由に設定できるようになった。その結果、前後長の短いモデルのリアサスペンションでは苦手とされたフロント部分の乗り心地の向上に効果を発揮している。また、リアサスペンションの底着き時にも、リ



図10 プロアクティブ・リアサスペンション

アサスペンションのフロント部分とリア部分の反力配分を自由に設定できるため、大ジャンプや大きなうねりギャップ走行においても腰の強い乗り心地を得られる。さらに、走行パターンやライダーの体重に合わせ、適切に配分・調整できるため、各カテゴリーのコンセプトにあった乗り心地を得られる。

また、底着きフィーリングの向上を狙い、四角断面の高応力対応トーションスプリングを用い、支持点の長さを変えることで多段バネと同じ反力が得られるアンチ・ボトミング・ストッパー・アジャストメント(反力可変機構)を新たに採用した。

リア回りのリンクにおいては、今まで分割していた支持リンクと、前後の揺動をコントロールするC-RODを一体化し、アルミ部材を採用することで、部品点数の削減と質量軽減を実現。またC-RODの長さを変えることで、アグレッシブな走行フィーリングから乗り心地を優先する仕様に簡単に変更できる。

4.2.2 プロアクション・クリッカー・ リアサスペンション (RSRageに搭載) (図11)

乗り心地に定評のあるプロアクションプラス・サスペンションのショックアブソーバーを減衰可変タイプとし、日々変化する走行条件に対し順応力を強化したサスペンションである。



図11 プロアクション・クリッカー・リアサスペンション

4.2.3 プロコンフォート・リアサスペンション (RSVentureに搭載) (図12)

プロアクティブ・リアサスペンションをベースとし、ピッチングの少ない乗り心地を優先するリンクレイアウトを取っている。また、1人乗りから2人乗りまでをカバーできるサスペンションとするため、可動式で調整可能な新設計反力可変アジャスト機構を設け、トーションスプリングの反力可変を行うことでライダーの人数に合わせて適正な乗り心地を得られるようにしてある。



図12 プロコンフォート・リアサスペンション

4.2.4 プロコンフォートTF・リアサスペンション (RSVenture TFに搭載) (図13)

プロコンフォート・リアサスペンションに対し、リア反力を重視し、2人乗りや牽引走行までカバー可能なサスペンションレイアウトを行っている。また、可動式のフリップをサスペンション後部に設けることでバック走行時の走行性能を向上させている。



図13 プロコンフォートTF・リアサスペンション

4.2.5 プロマウンテン・リアサスペンション (RSVector Mountainに搭載) (図14)

山モデルでは、登坂能力と新深雪での走破性が求められる。

プロアクティブ・サスペンションをベースに、登坂能力に大きく影響するトランスファー（フロントが持ち上がる現象）を重視したリンクレイアウトを行い、今までにない登坂能力と新深雪の走破性を実現している。また、今回新設計したデュアルアングルフレームスライディングを使用することで、圧雪路ではプロアクティブ・サスペンション並みの旋回性能を得ることができた。

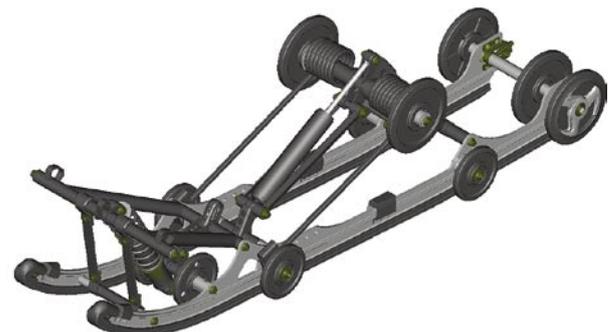


図14 プロマウンテン・リアサスペンション

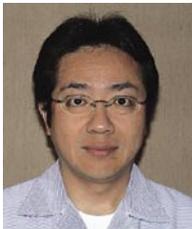
5 品質への取り組み

多くのバリエーションモデルを持つRSVectorシリーズは、カテゴリー毎にメイン市場があり、それぞれの市場における検証が非常に重要であった。量産前の車両を主仕向け地で使用する機会を設定することにより、あらかじめ発生しうる課題を抽出し、対応をした。

6 おわりに

RX-1投入後の市場調査によると、次期購入モデルに4ストロークを検討する人は75%を超えている。購入判断のポイントは、車両重量とエンジン性能への期待である。RSVectorシリーズは、目標通りSXV700のセルスターター付きモデルと同等の車両重量、同等のエンジン性能を達成した。さらに、新設計のリアサスペンションを搭載し、車両のパフォーマンスはSXV700を超えたと各雑誌社に評価された。このRSVectorシリーズによりYAMAHAの新たな4ストロークSMBの世界を堪能していただけたと考えている。最後に本モデルの開発にあたり多大な協力を頂いた皆様に、この誌面をお借りして心から感謝し、お礼を申し上げます。

■著者



中野 太久二



甲斐 学



窪田 隆彦