製品紹介

2002.10.23

4ストローク スノーモビル RX-1

4-stroke Snowmobile RX-1

中野 太久二　Takuji Nakano　窪田 隆彦　Takahiko Kubota
宮崎 政直　Masanao Miyazaki　西嶋 進一　Shinichi Nishijima　泉 徹　Tooru Izumi
蘆田 尚志　Takashi Ashida　甲斐 学　Manabu Kai　土井 伸二　Shinji Doi
● 第3PM室 / ボディ開発室 / エンジン開発室 / 技術開発室

図1　RX-1

In order to fulfill their purpose of running over snow surfaces at high speeds, snowmobiles require a power unit with a fine balance of light weight and high power output. By this definition, the 2-stroke engine is an ideal power source for the purpose. With the present concerns for preserving the global environment, there is a movement to impose exhaust emission regulations on snowmobiles by the year 2005. Furthermore, there have been high expectations from the marketplace for a next generation of snowmobiles that offer "something new." The RX-1 is a 4-stroke engine powered snowmobile that was developed to answer these changing needs of the times while providing the kind of excitement and satisfaction that exceeds the customers' expectations.

1　はじめに

スノーモビル（以下SMBという。）は、雪上を高速で走行するため、軽量、高出力を高い次元でバランスさせた動力源が求められている。2ストロークエンジンは、その点において、まさにうってつけの原動機であった。現在、地球環境保護の観点からSMBに対して2005年から排気ガスを規制化する動きがある。更に、市場からSomething Newを求め次世代のSMBを待望する声も上がっていた。

RX-1（**図1**）はこのような時代の変化の中、環境への配慮、お客様の期待と想像を越える感動を提供すべく開発された商品である。

2 コンセプトと開発の狙い

『Advanced Aggressive Performance Trail』SMBをコンセプトに、『業界初の、圧倒的パワーを誇る4ストロークエンジンと、軽快感のある扱い易さを両立した新世代のトレールマシン』を主題とした。開発の狙いは、

(1) 圧倒的パワーを誇る4ストロークエンジン

- ２ストロークトレール車を大幅に超えるエンジン性能を得る。
- トップパフォーマンスクラスに挑める高速走行ポテンシャルを持つ 車両運動特性とする。
- 中低速域での無類のヒット感 / 加速性能を達成する。

(2) トレール車としての乗り易さ

- 俊敏な動きとシャープなハンドリングを実現するサスペンションとする。
- 車両特性の絶妙なバランスからの軽快感と操り易さを演出する。

(3) 一目で既存商品との識別が出来る、記号性のあるスタイリング

- 斬新で無駄のない、戦闘的なイメージを具現化する。

とした。

それぞれの項目を高次元で達成した仕様を以下に述べる。RX-1の仕様諸元（**表1**）、キーフィーチャー（**図2**）を示す。

表1　仕様諸元

項目	諸元値
全長	2,755mm
全幅	1,210mm
全高	1,190mm
排気量	998cm^3
気筒数・配列	並列4気筒 DOHC
ボア x ストローク	74 × 58 mm
圧縮比	11.8
バルブ数	5バルブ／気筒
冷却方式	水冷
潤滑方式	ドライサンプ
キャブレタ形式	BSR37 × 4 連装
点火方式	デジタル D.C. C.D.I.
エキゾーストパイプ・マフラ形式	4-2-1-2
変速機	Vベルト自動変速機
ブレーキ形式	対向ピストン
スキー形式	樹脂スキー
スキースタンス	1,069 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	クイックアジャスト機構付 プロアクション プラス
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 × 3,073 × 25.4 mm
燃料タンク容量	38 L
オイルタンク容量	3.8 L

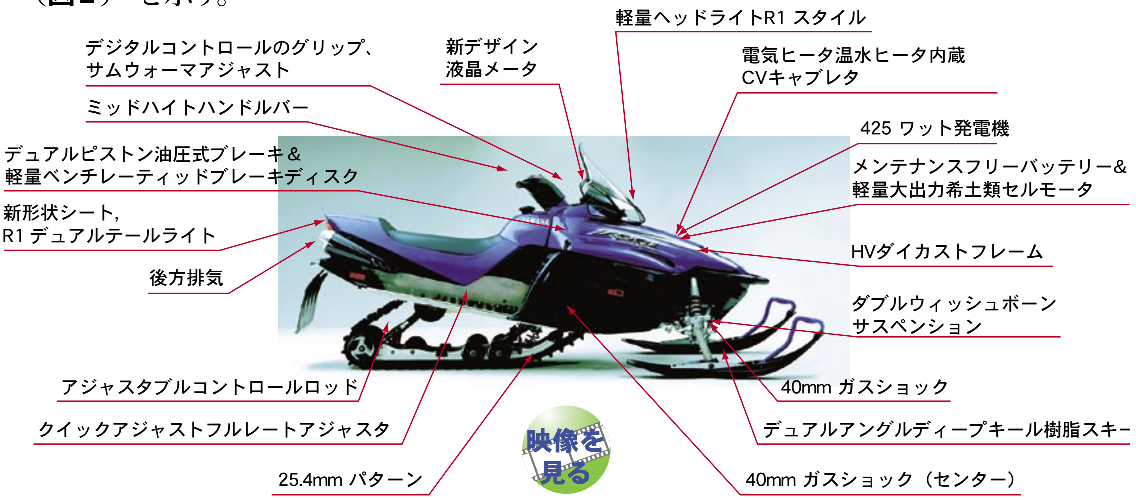


図2　フィーチャーマップ

3 エンジン概要

3.1 モーターサイクル YZF-R1 の DNA （遺伝子）

過去 4 回に渡る 4 ストロークの SMB R&D 結果は、モーターサイクルのエンジンを SMB のシャーシに搭載しても車両の前側の質量が大きくなり過ぎ、機敏な動き、シャープなハンドリングを実現することは困難であると示唆していた。また、超軽量、高出力エンジンでなくては SMB スポーツモデルとしては成立しないことを明確にしていた。

『4 ストロークの SMB』という新しい Excitement と Quality の提案を選択した時点で、RX-1 のコンセプトは、YZF-R1 のコンセプト、『高いエンジンパフォーマンスと、ライダーの操作に対するリニアで、かつダイレクトな応答、により、ライダーに最高のエキサイトメントを与える。』と同じベクトルとすべきであると考えた。現時点で RX-1 のコンセプトを実現できる素材として YZF-R1 のエンジンは最適であった。RX-1 エンジンとして、コンパクト化のためにオイル潤滑方式をドライサンプとし、V ベルト自動変速機を使うための出力軸構造を新設計した。更に、クランク、クランクケース、冷却系、キャブレタ、マフラ、減速軸まわりを新設計とした。エンジン性能に寄与が大きいカムシャフト、吸気排気バルブ、燃焼室形状は、YZF-R1 と共通とした。RX-1 は、YZF-R1 の知的財産を有機的に活用し SMB 独自の課題解決に重点を置いた開発とし、短期間で RX-1 を実現させる道を選択した。

3.2 ドライサンプ化とオイルタンク

エンジン高を下げるため、またオフロード走行でも安定した潤滑を実現するためにオイルパンを排除しドライサンプ方式を採用した。また、ピッチング姿勢変化を伴う加減速時、オフロード走行時でも安定してオイルを供給するためスワール通路を形成したオイルタンクを採用した（**図3**）。

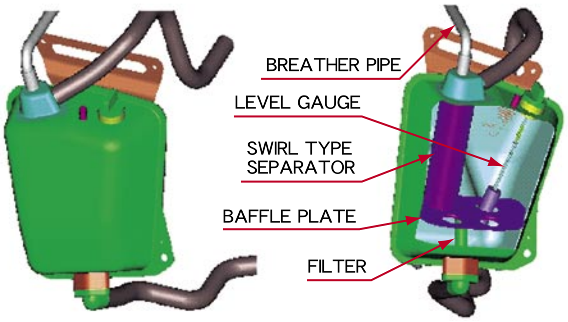
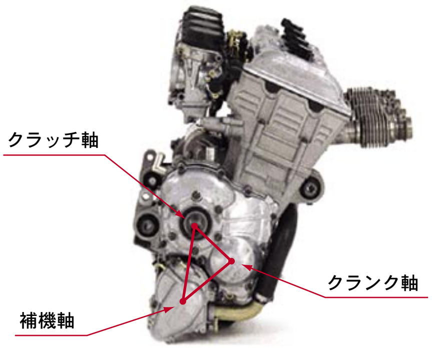


図 3 オイルタンク

3.3 クランク軸、クラッチ軸、補機軸の 3 軸レイアウト

クランク軸から減速しクラッチ軸を駆動するリダクションシステムを持つ。エンジンの高回転出力を確保しつつ、クラッチ回転速度を抑え V ベルトの耐久性を確保した。補機軸を含めた 3 軸を三角形配置する方式を採用した。これにより、エンジン前後幅を最小限に抑え、車両の低位置レイアウトを実現し車両の低重心化を実現した（**図4**）。



映像を見る

図 4 クランク軸、クラッチ軸、補機軸の配置

3.4　4-2-1-2 集合排気管

排気抵抗を最小に抑えつつ、排気騒音を最小にし、静粛性と低回転の高トルクと最高回転の高出力を高次元でバランスさせたRX-1特有のレイアウトである（**図5**）。

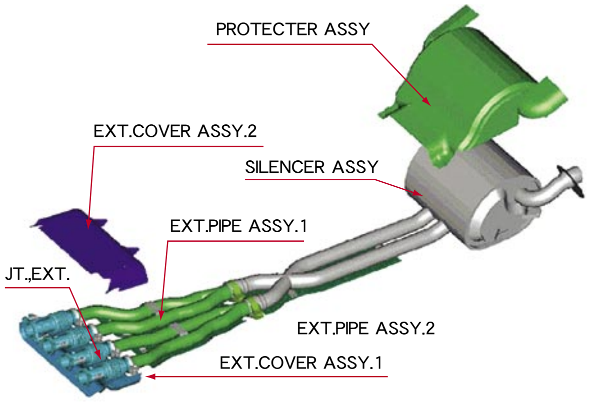


図 5　4−2−1−2 集合排気管

3.5　キャブレタと希土類スタータ

Constant-Velocity φ37mm キャブレタに冷却水（温水）ヒータと電気ヒータを配置、制御しアイシングを防ぐ機能を持つ。また、低温環境での安定したエンジン始動性を確保するため、希土類磁石を使用した小型軽量、高出力モータを採用した。（従来モデルのSXV700に対して質量7％アップで出力58％アップを達成した。）－30℃での始動を確保する上でこれらの技術が確立されたことがRX-1実現の大きな要素技術であると言える（**図6**）。

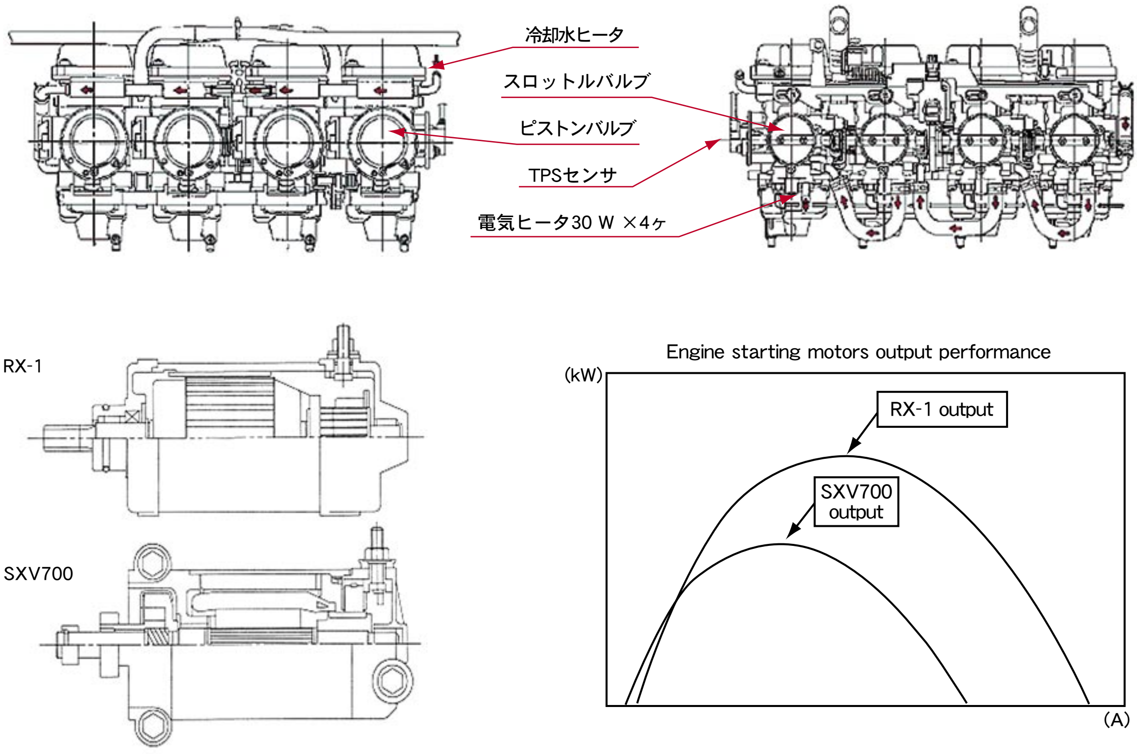


図 6　Constant−Velocity φ 37mm キャブレタと希土類スタータモータ

4 車体概要

4.1　前方吸気、後方排気レイアウト

車両前側の質量アップを最小限とし優れた運動性能を発揮できるポテンシャルをもたせるため採用したレイアウトである（**図7**）。

一方、ハンドリングの新たな進歩を照準に、開発された構成でもある。単に4ストロークを搭載する為のフレームではなく、新しいハンドリングをも具現化したフレームを生み出したレイアウトである。

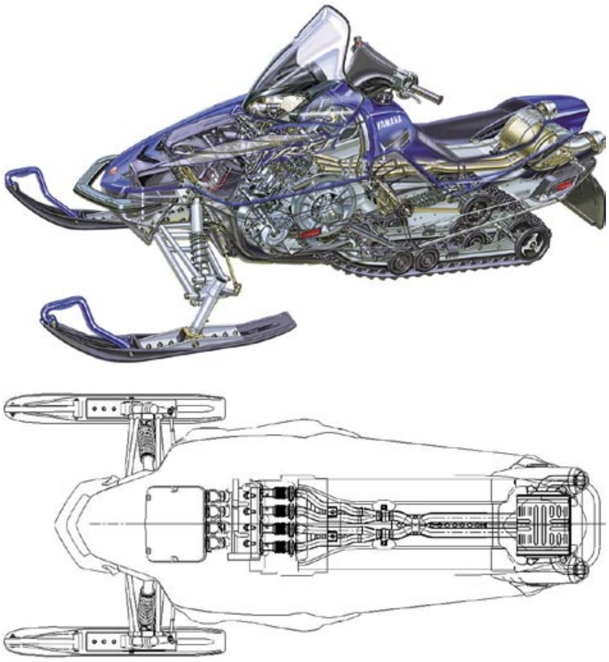
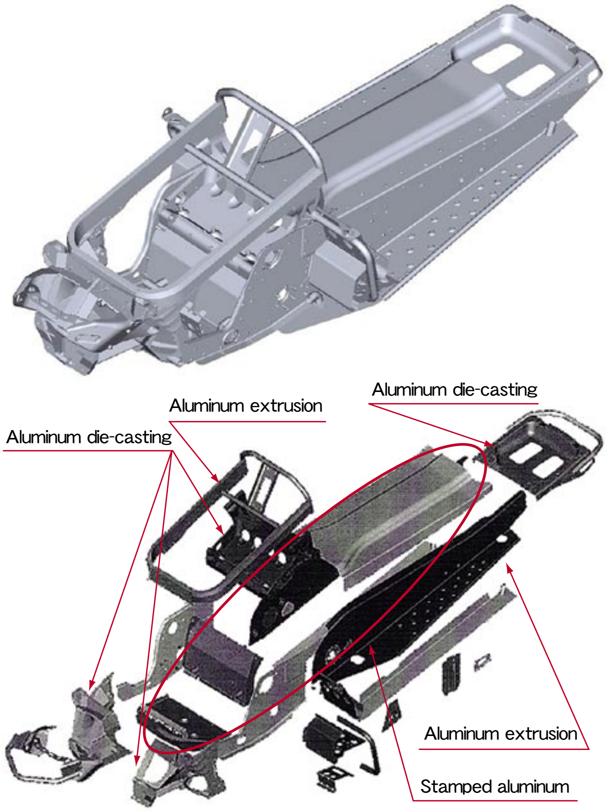


図7　エンジンレイアウト

4.2　高剛性軽量アルミ材複合フレーム

新開発のダイカスト、押し出し材、展伸材のアルミ合金を適所に配置し軽量、高剛性を実現した。この軽量、高強度ダイカスト法は、最適材料、高真空、高圧力をコンピュータ制御して実現するHIVAC-Vシステムダイカスト法（日立金属株式会社）である。

押し出し材は、高ステアリング剛性の確保と高ステップ剛性を実現した。展伸材は、パネルフレーム、フートステップに採用しモノコックを構成している（**図8**）。以上の構成により既存モデルSRX700のフレームに対し約2倍の剛性を達成している。



	SRX700	RX-1
Weight (g)	34,250	30,185
Tortional rigidity (N-m/deg)	140	270

図8　アルミ複合フレーム

4.3　ダブルウィッシュボーンフロントサスペンション

229mmストロークの中で“0”バンプステアを実現し、安定した直進性を確保した。また、キャスタ変化なしを実現し、軽く安定したステアリング特性を発揮している。不等長アームと新ステアリングシステムにより、スキースタンス変化を最小とし唐突な振られ挙動も抑えている(**図9**)。

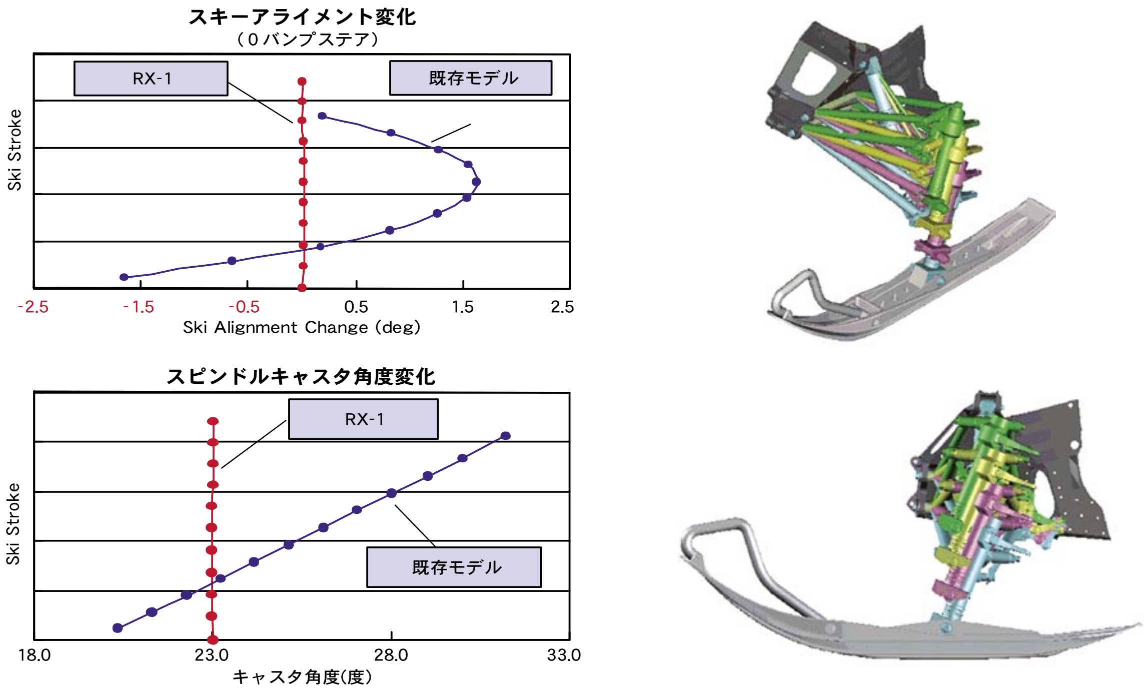


図 9 ダブルウィッシュボーンサスペンション

4.4　軽量チェーンケースとベンチレーティッドブレーキディスク

ブレーキレイアウトをチェーンケースの外側配置とし外気導入冷却の効率アップにより優れたブレーキ性能を発揮する。新開発ブレーキディスクは、冷却フィン別体化による軽量化を達成した。同時に、新軽量パーキングブレーキを採用しケース形状の最適化により軽量化を達成した（**図 10**）。

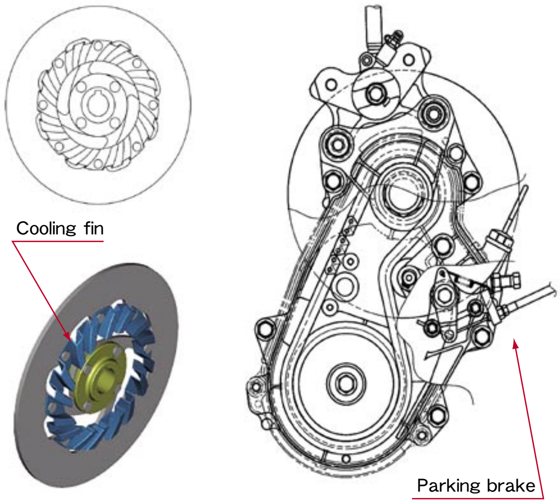


図 10 チェーンケースとブレーキシステム

4.5　記号性のあるエクステリア

排気管を車両後方に配置すること、また計画段階から 3D CAD (3-Dimentional Computer Aided Design) による検討により必要最小限のクリアランスを3次元的に確保した結果、既存の SMB に対してフロントのエンジンルームの容量を縮小できた。これによりコンパクトでありながら力強さを表現したデザインを実現した。更に、燃料タンク部分から排気管部分まで伸びやかに流れるフローラインを形成でき、後方意匠も合わせて一見して RX-1 であるとわかる記号性のあるエクステリアに仕上がった。

5　品質への取り組み

本モデルは、エンジン、シャーシともほぼ全点新規のため多くのトライ項目を設定していた。その中でも確実に品質を取りこんでいくために以下の点に重点化し対応した。

(1) CE （コンカレント・エンジニアリング） 活動の拡張

コンセプト段階で主要部品メーカーに技術、調達要件を提示し、一定期間でご検討いただき、コンペティションという形でプレゼンテーションしていただき、多角的視点から評価し、メーカーを決定した。具体例としては、排気管、フレームダイカスト部品、フロントサスペンション、大物樹脂部品が上げられる。計画、設計から生産まで一貫して品質の作りこみをアウトソーシングしたことにより新技術（HIVAC-V システムダイカスト法）であるにも関らず短期間で RX-1 へ採用できたことは大きな成果であった。

(2) 構想段階からの 3D CAD 計画

イメージ、レンダリングスケッチ段階から３次元の計画データをもとにデザイン、レイアウトの見直しを実施し、クレイモデル段階での製造要件の検討が進み、製品化における課題のつぶし込みが早期に実施できた。また、試作品が完成してからの初歩的な干渉問題等が激減し、本来の開発工程に集中でき、質の高い開発となった。

(3) 試作車を使った関連部門の事前検証

(2) の成果により早期の試作次元からサービス、製造、品質保証部門の検証ステージを設けより多くの視点での課題抽出、対応検討、対策織り込みが実施できた。また、FMEA(Failure Mode and Effects Analysis) により新構造、新機構の故障モードを推定し、要求品質を認識した上で、評価確認を実施し、仕様を決定した。

6 おわりに

インターネットでのモデル発表以降、YAMAHA サイトの過去最高のヒット数を記録し、各地の商品紹介も大盛況となり、現在予定を上回る予約をいただいている。

試乗体験しない中で、ここまでのお客様が受け入れてくださっている結果を見て我々の商品に対する思いが『4ストローク SMB スポーツモデル RX-1』という実像となってお客様に届けられることは、まさに社内外担当メンバー全員一丸となってチャレンジしてきた成果と考える。RX-1 は、SMB の新しい基軸を提示した。今後 RX-1 を旗頭に新しい YAMAHA SMB のラインナップを構築して、より多くのお客様 に Excitement を提供しつづけていきたいと考えている。この紙面をお借りして 関係各位に感謝し、お礼を申し上げる。

●著者

中野 太久二