



## 製品紹介

# 2013 モデル スノーモービル VK540 IV

2013 model snowmobile "VK540 IV"

中野 太久二 大石 直幸 窪田 隆彦 興石 隆太 村嶋 篤 宮崎 政直  
小倉 幸太郎 天野 忍 伊東 俊幸 辻 陽介 白石 健太 高橋 優輔



2013 モデル VK540 IV

### Abstract

In recent years, world demand for new snowmobiles had been on the decline. However with the growth of the Russian market, a new trend of growth in overall demand has been seen since 2011. The precursor to the new model VK540IV we introduce here was the original VK540, launched in 1988 as Yamaha's first wide-track (indicating a continuous track with a belt over 500 mm in width) snowmobile model. The first VK series model to be introduced on the Russian market was the VK540II. Launched in 1997, the VK540II's performance and functionality as a multipurpose model and its high level of reliability proven in the Canadian and European markets, steadily established its reputation in the Russian market. Later, the VK540III was launched in 1999 as a minor-change model with increased product value. Meanwhile, as marketing efforts to develop the Yamaha snowmobile market in Russia began to bear fruit and the Russian economy continued to grow, the reputation and sales of the VK540III grew to the point where the VK540 became known as the snowmobile of choice in Russia. From the initial launch in 1988 through to 2012, some 64,500 VK540 series models have been sold around the world (Fig.1).

In this report, we discuss Yamaha's overall activities in the Russian snowmobile market as it enters its period of most active growth and introduce the new 2013 model VK540IV and the maturation it has undergone as a product.

## 1

### はじめに

近年、世界のスノーモービル(以下、SMB)の新車需要は、縮小傾向にあったが、ロシア市場の拡大を受け、2011年以降、総需要は増加傾向にある。ここで紹介するVK540IVの初代モデルであるVK540は、1988年に市場導入された当社初のワイドトラックモデルである(無限軌道履帯であるトラックベルトの幅が、500mm以上のものをワイドトラックモデルという)。1997年に、ロシア市場に初めて導入されたVK540 IIは、カナ

ダ、ヨーロッパで培われたマルチパーパスなSMBとしての性能、機能と高い信頼性によって、着実に市場に浸透した。その後、1999年にVK540 IIIとしてマイナーチェンジを施し、さらにその商品価値を向上させた。同時にロシアでは、市場開拓販売活動が実を結び、またロシア経済伸長の追い風を受け、VK540 IIIは拡販を続けてきた。その結果、ロシアでは「SMBといえばVK540」と言われるほど浸透している。VK540シリーズの1988年から2012年の間の全世界累計生産台数は、64,500台に達している(図1)。



## VK's Total Production 1988-2012

- SNOWMOBILE is VK540 in Russia.
- Multi-purpose VK's are growing up.

VK540 TTL  
**64,500** Units  
1988-2012

VK10 TTL  
**14,000** Units  
2006-2012

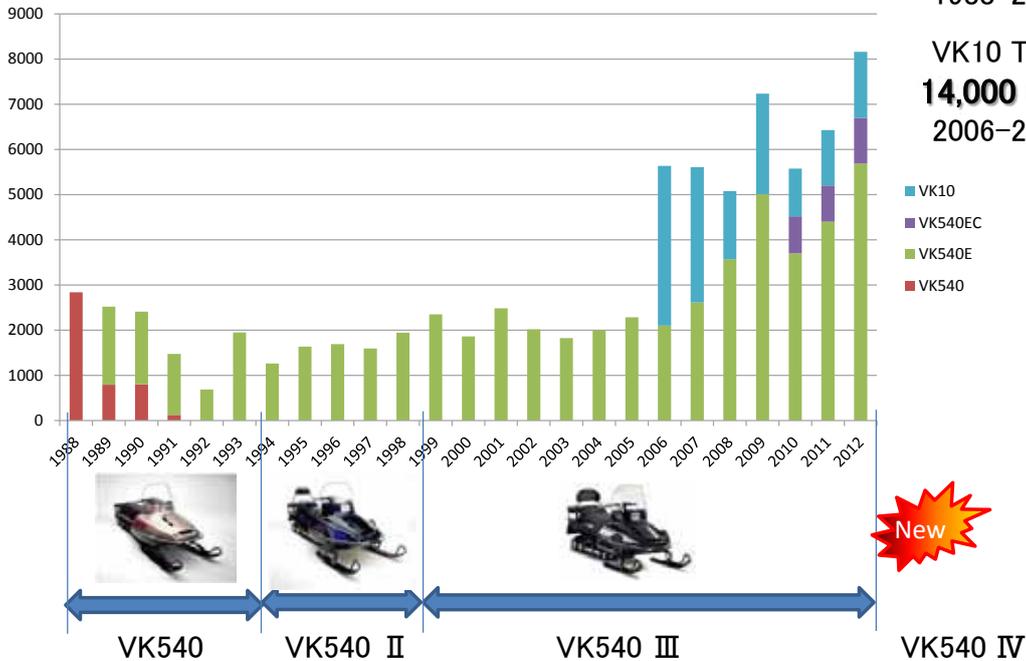


図1 VK540生産台数推移 (RSViking Professional 含む)

本稿では、SMBの市場として活性期を迎えたロシア市場に対する諸活動とともに、成熟を図った2013年モデル「VK540 IV」について紹介する。

## 2 開発の狙い

VK540IVでは、ロシア市場への適応力をさらに高めるマイナーチェンジを織り込むこととした。ターゲット顧客像は西部大都市圏(モスクワ、サンクトペテルブルク等)の30-40歳代を中心とした富裕層、また比較的SMB経験年数の少ない、ロシア国産雪上車/輸入中古車からの代替層とした。

しかし、2009年の開発スタート時には、ロシア市場の情報が十分ではなかった。1999年に導入されたVK540 IIIの2011年モデルは、年間4,000台を超える販売実績があったが、この10年以上マイナーチェンジを行っていない。また当時の開発記録が十分ではなく、モデル開発目標のベクトル設定は困難であった。

そこで、商品企画起草の段階でYAMAHA MOTOR CIS LLC (ロシア販売会社YMCIS)の全面的バックアップを受け、エンジニアをロシア市場に派遣し、ユーザーと行動を共にする

ことから始め、ロシア市場について学んだ。市場で競合他車を一気乗りし、使用環境調査と競合の他社ベンチマーキングを行った。プロト車を市場で確認し、目標値の修正と仕様決定を行った。さらに、市場でユーザーと同等の使用に供して、課題を抽出し、フィーチャーの確認、課題対応案の検証も実施した。

「現場第一」を掲げ、活性化するロシア市場に正面から取り組み、商品コンセプトと目標値をクリアしつつ、ロシア市場からさらに高い信頼性を得ることを目指した。その主要諸元(表1)とフィーチャーマップ(図2)は、次の通りである。エンジン、シャーシの基本コンポーネントとローギア&リバースギア、バックレスト付きタンデムシートなど実用性に優れた装備を引き継ぎながら、新しいスキーやリヤサスペンション、トラックの採用で足まわりを強化した。より軽快なハンドリングと新深雪走破性、力強い牽引力を実現している。

## 3 スキーとリヤサスペンションの開発

VK540IVの使用環境条件は、気温+15℃~-35℃、雪質は氷・シャーベット・圧雪・新深雪、走路は不整地・山の斜面・凍った湖・林の中など変化に富んだ条件下での走行と、荷物

## 2013MY VK540 IV Features

### ■ Improve Deep Snow Performance



図2 フィーチャーマップ

表1 主要諸元表

名称		VK540IV
寸法	全長(mm)	3055
	全幅(mm)	1190
	全高(mm)	1355
エンジン	種類・気筒数・配列	2ストローク・2気筒・並列
	冷却方式	空冷
	総排気量(cm3)	535
	ボア×ストローク(mm)	73.0 X 64.0
	始動方式	セルスタータ
車体	点火方式	CDI
	フレーム形式	モノコック
	ラゲージボックス容量(リットル)	43.0
	スキースタンス(mm)	960
	燃料タンク容量(リットル)	31.0
駆動	オイルタンク容量(リットル)	2.5
	懸架方式 前	テレスコピックストラット
	バネ方式	コイルスプリング
	懸架方式 後	スライドレール式
	バネ方式	コイルスプリング/ トーションスプリング
他	トラック・長さ×幅×高さ(インチ)	154 X 20 X 1.375
	ブレーキ形式	機械式ディスク
	リバース機構	標準装備
	ヘッドランプ	ハロゲン 12V60W/55W X 1
乗車定員(名)	2	

の牽引・ツーリング・スポーツ走行など用途も多種多様に亘っている。今回、軽量化と新深雪走行性能・牽引性能の向上を目的とし、スキー、リヤサスペンション、トラックベルト、駆動スプロケットをそれぞれ新規に開発した。

### 3-1. VK専用の新設計スキー

これまで、スノーモービル用スキーは、鉄製で幅狭のスキーから始まり、金属サドル付きの樹脂スキー、サドル一体型の樹脂スキー、新雪用ワイド樹脂スキーと進化を遂げてきた。本モデルでは、メイン市場であるロシア市場で要求の高い新深雪での走行性能を向上させるため、フローティング性能と旋回性能を重視した設計とセッティングを行い、同時に軽量化も図った。

まずスキー本体の幅を180mmから228mmに変更し、雪面との接触面積を20%拡大させた。これまでと同様の樹脂の圧縮成形では、幅の拡大がそのまま質量の増加となるため、中空成形による樹脂スキーを採用した(図3-1)。その結果、幅の拡大にもかかわらず約500gの軽量化を達成した。軽い中空成形構造を用いたスキーと新深雪にも重点を置いたサスペンションセッティングを行うことで、今までにない新深雪でのフローティング性能と走行安定性、旋回性能を実現できた。特に、新深雪での旋回では外側スキーが沈み込むことなく、適度なフローティングを保ったままシャープなハンドリングを実現し、トラバースや凹凸など不安定な路面に遭遇した場合でも、路面形状に左右されることなく思い通りのラインを走行することができる。ハンドル操作が重くなる圧雪路面でも、ボトム

形状と前部アプローチ形状を見直し、リバース走行においても同じ効果が得られるように、後部のアプローチ角度を最適化した。

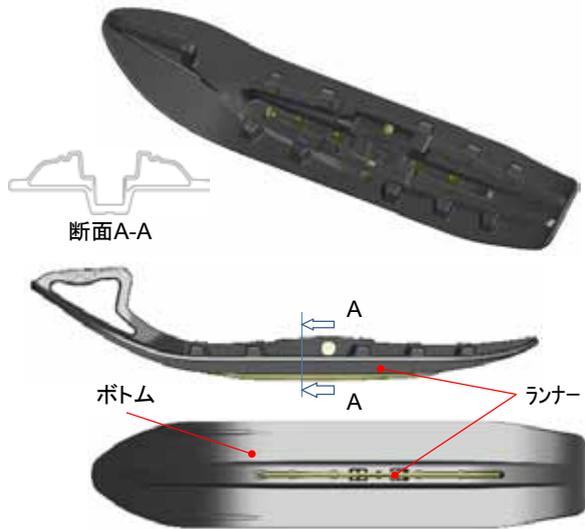


図 3-1 中空成形 樹脂スキー

### 3-2. 新設計のリヤサスペンション

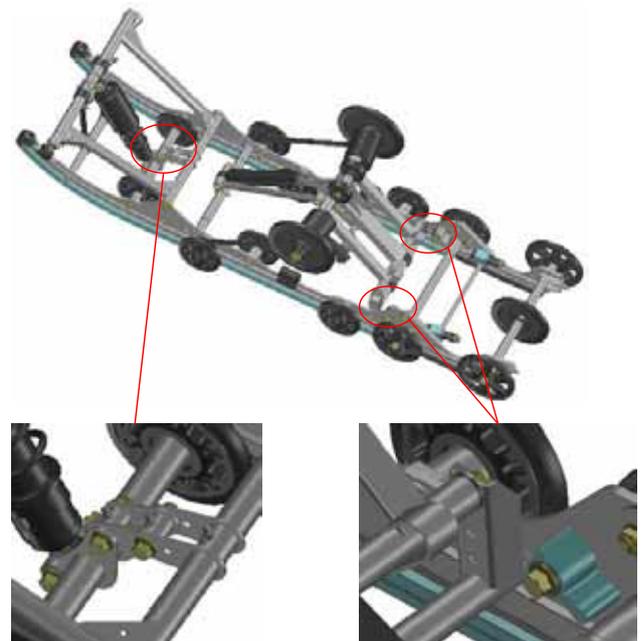
スノーモービルのリヤサスペンションは、大まかにスポーツ、マウンテン、ツーリング、ユーティリティなどのカテゴリーに分かれる。リヤサスペンションの基本となる機構はそのままに、フレームスライディングの長さやリンクの配置・角度などを調整し、各カテゴリーごとに特性を設定している。また、仕向地ごとにセッティングなどを変更して、市場ニーズに合わせたバリエーション展開を行っている。

VK540IVのサスペンションは、これまで高評価を得てきたプロアクションプラスのリヤサスペンションの特徴である乗り心地の良さと牽引時の旋回性能の良さをそのままに、牽引性能そのものと新深雪走破性をより向上させるため、4サイクル車両で実績があるふたつのタイプのリヤサスペンションの基本機構を合体融合させた。ひとつはRSシリーズに用いた乗り心地が良くかつバリエーションへの対応力のある機構と、もうひとつはRFXに用いた軽くてアグレッシブな基本特性の機構である。これにより市場のニーズを凌駕することができた。

リヤサスペンションの働きとして、路面からの衝撃を吸収し車両の重量配分をコントロールする以外にも、牽引や様々な雪質変化に対応しトラックベルトを適切に雪面に押しつけ、有効なトラクションを得られるようにすることも重要な役割である。トラックベルトが駆動スプロケットから離れ雪面に接するまでの角度をアプローチアングルと呼ぶが、この角度は有効なトラクションを得るための前準備として、柔らかい新雪の雪を押し固める役割があり、推進力、浮力、トラクションを得

るための重要な要素となる。

アプローチアングルを決定する要素は、フレームスライディングの前方部曲げRと、走行時にリヤサスペンション全体の揺動角度をコントロールする揺動ストッパー機構である。新設計のリヤサスペンションでは、それぞれ実績のあるRSのフレームスライディングの前方部曲げRとRFXの揺動ストッパー機構を融合させることにより、新深雪走行性能・牽引性能の向上を図った。



フローティングリンク

揺動ストッパー

図 3-2a リヤサスペンション

2人乗りや牽引時に必要となる適切な反力は、プロアクションプラスサスペンションからトーションスプリングタイプのサスペンションに変更し、RSシリーズのセンターショック部分に用いたフローティングリンクの機構をVK540IV専用設計することで、新深雪から圧雪路面、牽引まで幅広いシチュエーションでの対応を可能にし、乗り心地と耐底付き性の向上を実現している(図3-2a)。

リヤのフリップ機構については、現状の構造より約3度上方に角度を付けることで、通常の走行路面ではトラックベルトの後部接地面積が30%程小さくなり、ショートモデルに似た旋回性能が得られる。新深雪においては、この角度はキャンセルされ、フリップ部分を含めたトラックベルト全面でトラクションが得られるため、新作のトラックベルトとあいまって新深雪走破性は格段に向上している。また、この角度を付けることでリバース時の耐スタック性能にも効果を発揮している(図3-2b)。

新設計のリヤ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4,000gの質量削減を達成した。

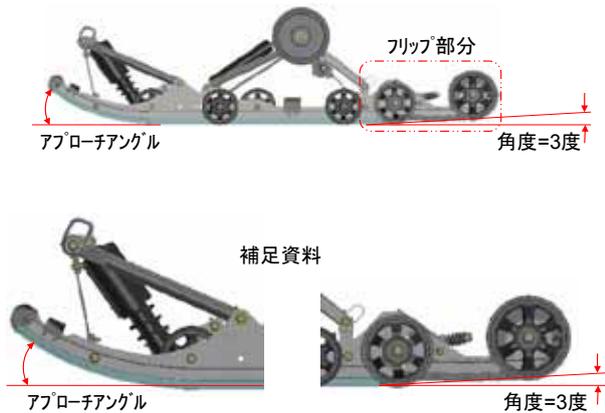


図 3-2b アプローチアングルとフリップ

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、シンプルな構造が実現できるトーションスプリングタイプのサスペンションを採用した。サスペンションのねじれ剛性を上げるために各リンク部材をひと回り大きい物とし、板厚など最適化を行うことで、剛性と信頼性を向上させ、リヤサスペンション全体の質量を下げることになった。

### 3-3. 軽量新設計のトラックベルトと エクストロバートスプロケットホイール

新深雪走行と牽引性能の向上に最も有効な手段として、トラックベルトのパターン高さを高くする方法がある。これにより、柔らかい雪上でトラクションを増加させ、新深雪走行と牽引性能の双方を向上させることができる。特に今回の1.375インチ高さはパターン剛性も高く、発生したトラクションを余すことなく牽引力に置き換えることができる。

しかし、パターン高さによってトラックベルトの質量が増すことは、車両質量の増加のみならず、回転物の質量も増え走行性能の妨げとなる。このため、トラックベルト本体部分のゴム容量を最適化し、駆動伝達と剛性部材であるロッド配列を2.52インチピッチから2.86インチピッチに変更し、8本分の質量、約1,000gの質量削減を行った。

この結果、パターン高さを9.5mm増やしたにもかかわらず、新深雪走行と牽引性能が向上し、さらに軽く回転効率の良いトラックベルトができた。パターン形状は、信頼性のあるリップソーパターンを採用した(図3-3)。

トラックベルトのロッドの配列ピッチ変更により、エンジンの駆動力をトラックベルトに伝えるための駆動スプロケットも専用設計した(図3-4)。現行の内側ラグにスプロケットホイールの突起を押し当てて駆動するイントラバート駆動と、トラックベルトのロッド間の孔に駆動スプロケットから突起を出し勘合

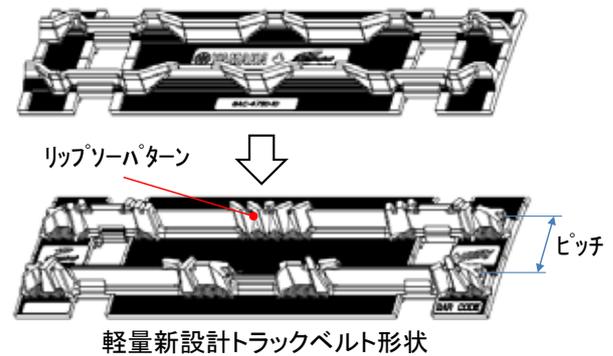


図 3-3 トラックベルト

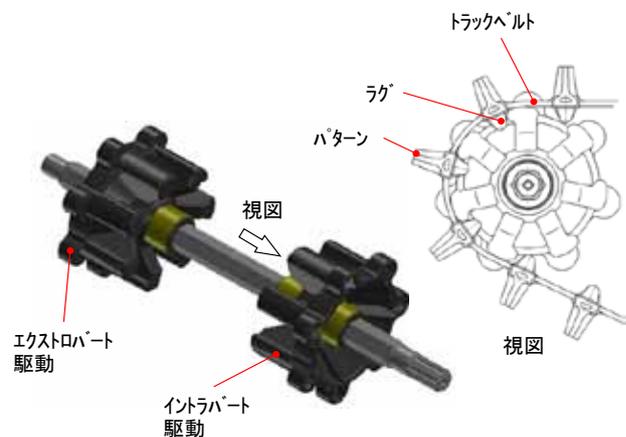


図 3-4 駆動スプロケット

させ駆動するエクストロバート方式を合体させた。これにより加速時は、適度なラグのたわみの後にロッドとホイールが勘合するため、スロットルのON/OFF操作に対してスムーズなつながりとレスポンスの良い加速感が味わえる。逆にブレーキ時は、直接トラックベルトのロッドとスプロケットホイールの突起が勘合するため、しっかりとしたブレーキ感がライダーに提供される。

## 4 ライダー、パッセンジャの快適性向上

ロシア市場調査の結果を踏まえ、以下2項目を織り込むこととした。

第一に、フットステップ周りへのアンチスキッドプレート(すべり止め板)の追加をした(図4-1)。深新雪走行頻度の高いロシア市場においては、現行モデルの仕様では、ライダーのブーツホールド性が更に必要とされる場面があった。そこで、パネルフレームのフットステップ端部にアンチスキッドプレートを追加し、これによりライダーの深新雪走行時のアクティビティが改善され、よりアグレッシブな走行に対応できるように

なった。また、このアンチスキッドプレートを後方まで延長することで、ライダーのみならず、これまで、固定位置となっていたパッセンジャのフートポジションの自由度も向上させることができた。

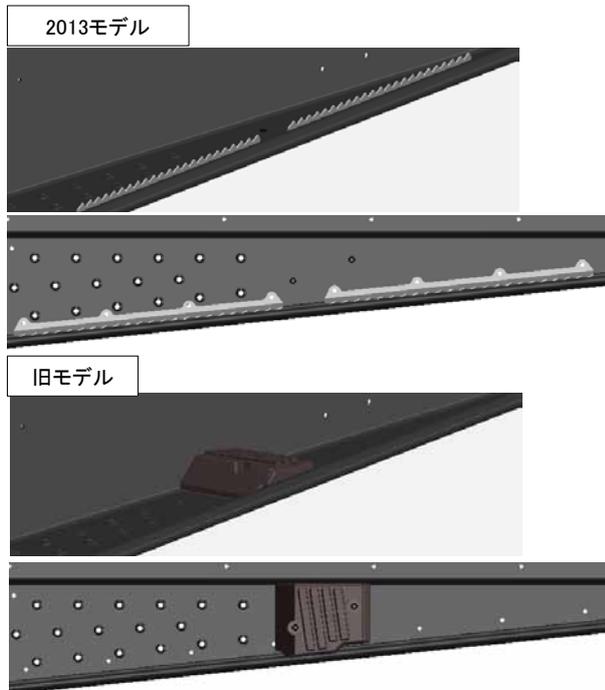


図 4-1 フートステップとアンチスキッドプレート

第二に、パッセンジャアシストグリップの変更である。グリップの持ち手位置を、エルゴノミクスを考慮し、より体重を支え易い位置に変更した。また、動的な構造解析を行うことで、現行品よりも永久変形を抑制しつつ材料硬度を下げ、適切な可動性を与えた。これにより、乗車時のグリップのホールド感の向上と、パッセンジャに掛かる衝撃を緩和できる仕様とした(図4-2)。

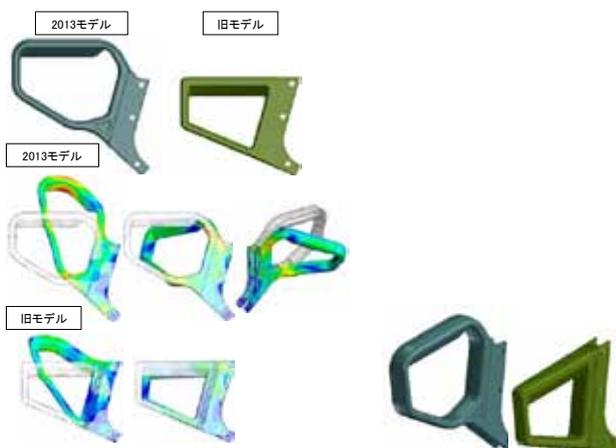


図 4-2 パッセンジャグリップ

## 5 終わりに

本モデルは、VK540Ⅲをよりロシア市場の環境に適応させることを基本に、「ロシア新深雪での扱いやすさ、信頼性No.1 SMB」を商品コンセプトとして開発した。ロシアスノーモービルのスタンダードとなっている基本骨格を維持しつつ、足周りを中心とした新設計部品とのすり合わせ技術により成熟させることができた。また、

YMCISの協力を得て、市場モニタープロジェクトとして、ロシアの代表的な市場にて5,000km以上の走行検証を行い、高い性能、機能、ロシア市場での適応性、信頼性が十分に確認できた。実際にプレスやディーラー対象の試乗会でも「VK540IV」の進化に対し、高い評価をいただいている。「スタックの心配なく、意のままに操れるスノーモービル」として、長く楽しんでいただけるモデルに仕上がっているものと確信する。VK540IVの開発関係各位に、この場を借りて、感謝を申し上げます。

## 6 参考文献

- [1] 製品紹介-企業情報 | ヤマハ発動機株式会社  
2009-12 No.45 スノーモービルFXNytro M-TX SE
- [2] 製品紹介-企業情報 | ヤマハ発動機株式会社  
2004- 9 No.38 スノーモービルRSVectorシリーズ

※この論文に関連した動画が、下記 URL 「映像ライブラリー」に掲載されています。

↓直接こちらのリンクをクリックしてご覧になれます。

<http://www.yamaha-motor.co.jp/profile/craftsmanship/technical/library/>

■著者



前列左から

**高橋 優輔**  
Yusuke Takahashi  
MC事業本部  
技術統括部  
電子システム開発部

**天野 忍**  
Shinobu Amano  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

後列左から

**宮崎 政直**  
Masanao Miyazaki  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**辻 陽介**  
Yosuke Tsuji  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**小倉 幸太郎**  
Kotaro Ogura  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**輿石 隆太**  
Ryuta Koshiishi  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**村 篤**  
Atsushi Murashima  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**窪田 隆彦**  
Takahiko Kubota  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**白石 健太**  
Kenta Shiraishi  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**大石 直幸**  
Naoyuki Oishi  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**伊東 俊幸**  
Toshiyuki Itoh  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部

**中野 太久二**  
Takuji Nakano  
事業開発本部  
RV事業部  
開発部