

2020 CRF1100L Africa Twin の開発

Development of 2020 CRF1100L Africa Twin

森 田 健 二¹

Kenji MORITA

岡 村 広 志¹

Hiroshi OKAMURA

岡 田 望¹

Nozomi OKADA

鈴 木 将 太¹

Shota SUZUKI

要 旨

2016年に復活を遂げた Africa Twin は、オフロード走行とツーリング走行をどちらも楽しめるアドベンチャーモデルとして高い支持を得ている。本開発では、2016年から4年を経てモデルチェンジを実施し、エンジン、車体骨格、足回り、外装すべての刷新をおこなった。その結果、排気量拡大による出力向上や完成車重量の低減を達成した。これによりオフロード走行をより楽しめる Africa Twin と、装備の充実を図りより快適なツーリングを可能とする Africa Twin Adventure Sports を実現した。

ABSTRACT

Ever since the revival of the model name in 2016, Honda Africa Twin has been well-supported by the customers as an adventure motorcycle enjoyable on off roads as well as for touring on pavement. After four years since the initial launch in 2016, a full model change has been conducted in this project, renewing everything from the engine, frame body, suspension to the exterior, gaining more power by the increased engine displacement while reducing weight of the complete motorcycle. Accordingly realized are the more off-road friendly Africa Twin, and the Africa Twin Adventure Sports more suitable for touring with abundance of extra equipment for long, comfortable rides.

1. まえがき

初代 Africa Twin は、パリ、ダカールラリーで1986年から4年連続優勝を達成したNXR750の技術をフィードバックして開発されたアドベンチャーモデルである。ラリーで勝つためには過酷な道を駆け抜ける高い走破性と、長時間のライディングで集中力を保てる快適性が必要となる。この高い走破性と快適性を併せ持つのが Africa Twin である。

1988年に初代 Africa Twin として XRV650 が誕生した。その後、排気量拡大などモデルチェンジをおこないつつも2003年にその生産を終了した。その後も愛好家からの Africa Twin 復活を望む声は強く、2016年に CRF1000L Africa Twin⁽¹⁾ として復活を遂げた。さらに2018年には、よりツーリング走行を楽しめる Africa Twin Adventure Sports をタイプ追加することでアドベンチャーモデルとしての楽しみの幅を広げた。2020年モデルでは、これら二つのタイプそれぞれの世界観を確固たるものにすべく、復活後4年でモデルチェンジを実

施し、エンジン、車体骨格、足回り、外装、すべての刷新をおこなった。それがオフロード走行をより楽しめる CRF1100L Africa Twin (Fig. 1) と、より快適なツー



Fig. 1 CRF1100L Africa Twin

¹ 本田技研工業株式会社

Table 1 Comparison of specifications and equipment between developed and previous models

Item	Developed model		Previous model	
	CRF1100L Africa Twin	CRF1100L Africa Twin Adventure Sports	CRF1000L Africa Twin	CRF1000L Africa Twin Adventure Sports
Displacement (cm³)	1083		998	
Bore x stroke (mm)	92.0 x 81.5		92.0 x 75.1	
Maximum power (kW/rpm)	75/7,500		70/7,500	
Maximum torque (Nm/rpm)	105/6,250		98/6,000	
Curb weight (kg)	226 {236}	238 {248} [240 {250}]	230 {240}	243 {253}
Seat height (mm)	870 850 (Low position)	870 850 (Low position)	870 850 (Low position)	920 890 (Low position)
Fuel tank capacity (L)	18.8	24.8	18.8	24.2
Windscreen	Low height	High height (Manually adjustable)	Low height	High height
Tire	With tube	Tubeless	With tube	
Electronic suspension	-	- [Equipped]	-	-
Headlight	LED	LED	LED	
Cornering light	-	Equipped	-	
Meter	LCD		LCD	
Display	6.5-inch touchscreen colored TFT		-	
Apple CarPlay*	Adopted		-	
Cruise control	Equipped		-	
Riding mode select	4 fixed modes and 2 user modes		3 fixed modes and 1 user mode	
ABS mode select	2 modes (on- and off-road)		-	
Torque control	7 levels and off setting		7 levels and off setting	
Wheelie control	3 levels and off setting		-	

Numbers in { } show DCT model.

Numbers in [] show optional electronic suspension model.

*Apple CarPlay is trademark of Apple Inc.

リングを可能とする CRF1100L Africa Twin Adventure Sports (Fig. 2) である。

以下にそれぞれの特徴である、オフロード走行のための進化とツーリングのための進化を中心に解説していく。

なお、本稿ではそれぞれのモデルを以下のように呼ぶこととする。

前モデル STD: CRF1000L Africa Twin

前モデル AS: CRF1000L Africa Twin Adventure Sports

本モデル STD: CRF1100L Africa Twin

本モデル AS: CRF1100L Africa Twin Adventure Sports



Fig. 2 CRF1100L Africa Twin Adventure Sports

2. 開発のねらい

Africa Twin が歴代守り続けているものは、オフロード走行とツーリング走行のどちらも楽しめるということである。前述のとおり、前モデルには STD と AS の二つのタイプがある。STD にはスリムで軽量の車体による軽快にオフロードを走行できる特徴、AS には大容量の燃料タンクと大きなフェアリングにより存分にツーリングを楽しめる特徴を持たせている。

本モデルでは、これら二つのタイプの特徴をより確固たるものにするために、STD のオフロード走行性能に磨きをかけ、AS ではより快適なツーリングを楽しめることをねらいとした。しかしながら前モデル AS をベースにさらなるツーリングでの快適性の進化を図る場合、装備の追加などによる重量増など、オフロード走行性能の低下が考えられる。また、STD におけるオフロード走行性能の進化も限定的となる。そこで本モデルにおいては、すべての部品の見直しをおこなって、オフロード走行性能に優れた STD と、ツーリングのための進化を図った AS の実現を目指すこととした。Table 1 に主要仕様装備一覧を示す。

3. オフロード走行のための進化

大型オン／オフロードモデルカテゴリの中で、Africa Twin の持ち味とされている圧倒的な軽快性をさらに進化

させた。ここでは、以下の三つに絞って述べる。

- (1) エンジンおよび車体の軽量化
- (2) 完成車のマスの集中による慣性モーメントの低減
- (3) フレーム剛性の見直し

3.1. 軽量化

本モデルにおいては、後述する排気量拡大による動力性能の向上や装備の充実を図りながらも、強度などの一般特性を同等以上に確保しながら完成車全体重量と比較して、前モデルに対し STD で 4 kg, AS で 5 kg の軽量化を達成した。

3.1.1. エンジンの軽量化

本モデルでは、動力性能向上のためにエンジン排気量の拡大をおこなった。通常排気量の拡大は、エンジンサイズの大形化および出力向上に伴う各部強度の向上のため、エンジン重量の増加を伴うことが多い。しかし本モデルでは、前モデルに対しマニュアルトランスミッションモデルで 2.5 kg, DCT モデルでは 2.2 kg のエンジンの軽量化を達成した。Fig. 3 に本モデルに投入したエンジンにおける主要技術を示す。また、以下にエンジンの軽量化の核となった技術について解説する。

エンジン全体の重量軽減は、Fig. 4 に示すピストン、クランクシャフト等の主運動系部品の重量をいかに抑えられるかに大きく依存する。排気量拡大の手段として選択したストローク拡大は往復部の慣性力を増加させる。強度確保のために往復運動部品が重くなると、往復部の慣性力はさらに増大し、その慣性力に対応すべき部位も重くなる。よって、往復部慣性力を前モデル同等に抑えることをねらいとして、前モデル同等の耐久性と 8.9% の軽量化目標を設定した。

往復運動部の軽量化実施内容について、ピストンとピストンピンについて述べる。ピストンは最適な肉盗み形状を実現するため、型抜き方向を変更しピストン頭部の重量を

低減させた。ピストン頭部の軽量化は、ピストンピンを中心とした回転方向の慣性を低減し、ピストンスカート部とシリンダとの衝突音の低減につながる。これにより衝突音の抑制のために必要であったピストンスカート面積を縮小でき、さらなる軽量化が可能となった。結果 Fig. 5 に示すように、スカート幅を 11.4 mm, 全高を 3 mm 短縮し、頭部の肉盗みと合わせてピストン単体で 7% の軽量化を達成した。

ピストンピンは負荷を受けた変形時において、スムーズな潤滑を確保する事が求められる。前モデルでは、肉厚による剛性で変位を抑制し、一定の隙間を確保し油膜を保持して対応していた。本モデルでは、より硬度が高く油膜保持性の高い表面処理を採用することで、円環剛性を下げながらも耐久性の確保が可能となり、外径は同じまま内径を

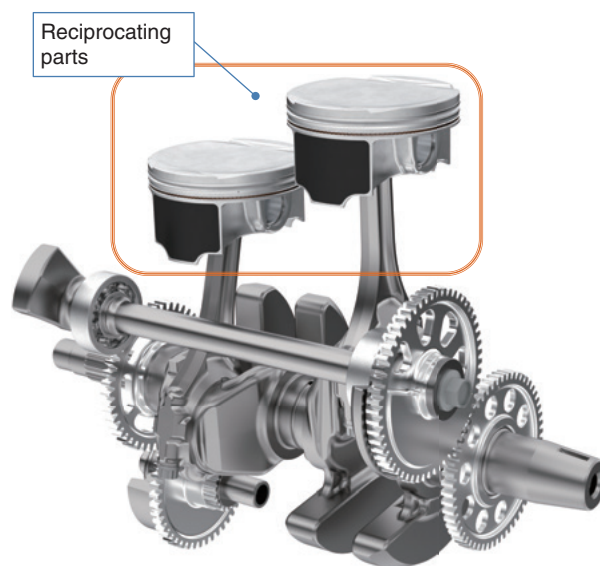


Fig. 4 Reciprocating parts in main motion system

Changed point	Displacement increased	1
	TBW: throttle boar diameter increased	2
	Exhaust gas control valve	3
Weight reduction technology	Aluminum cylinder liner	4
	Balancer gear: scissors mechanism eliminated	5
	Optimized reciprocating parts' shapes	6
	Manual transmission: clutch size reduced	7
	DCT: gear material changed	8
Characteristic technology	Biaxial primary balancer	9
	2 spark plugs per cylinder with phased firing	10
	270° phased crankshaft	11
	Built-in oil tank dry sump system	12

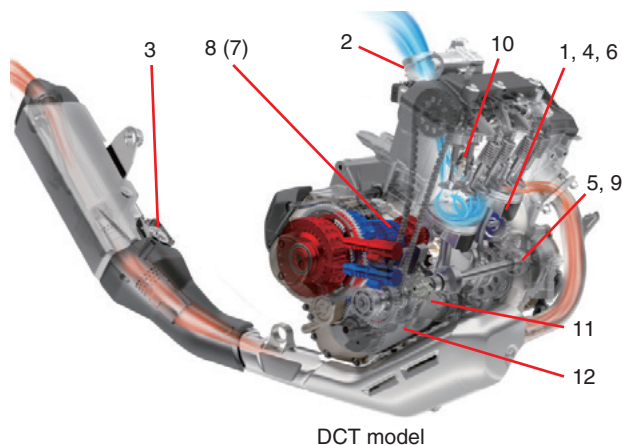


Fig. 3 Key technologies of powertrain

1.8 mm 拡大し 32% 薄肉化した (Fig. 5). これによりピストンピン単体で 19% の軽量化を達成した. その結果, 往復運動部品合計で 8.9% の軽量化を達成し, 往復部慣性力は前モデル同等とした.

また, ギヤ駆動音の低減のために, 前モデルで採用していたバランスギヤとプライマリギヤのサブギヤ機構を廃止し軽量化を図った. Fig. 6 に代表としてフロントバランスギヤ部の前モデルとの構造比較を示す. サブギヤ機構は, 2 枚のギヤを重ねて相手ギヤを挟み込むことで, ギヤ間のバックラッシュが無い状態としているが, 本モデルではギヤの歯面仕上げ製法の変更による歯厚公差の縮小と, 各ギヤ軸間距離の公差縮小などにより, バックラッシュを低減し, ねらいの性能を得ることができた. Fig. 7 にフロントバランスギヤ部の社内エキスパートによるギヤ音評価ポイントの比較を示す. 前モデルに対し, バックラッシュのレンジを 26% 縮小し, 目標の音性能を達成した.

クランクシャフトは 6.4 mm のストローク拡大に伴い大型化するが, 各部の肉盗み量を増やすなどの細部の形状変更と, サブギヤ機構の廃止に伴うギヤ幅の縮小 (Fig. 6) により, 前モデルとほぼ同等の重量とした. 結果, 排気量拡

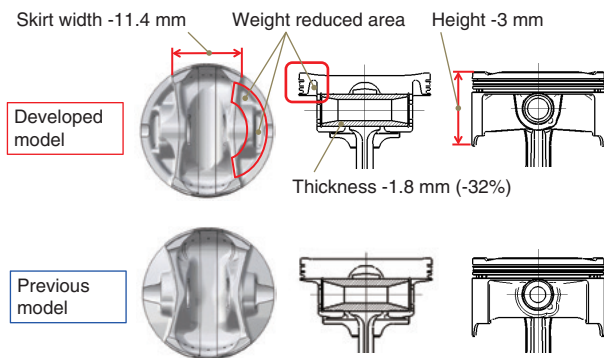


Fig. 5 Comparison of reciprocating parts

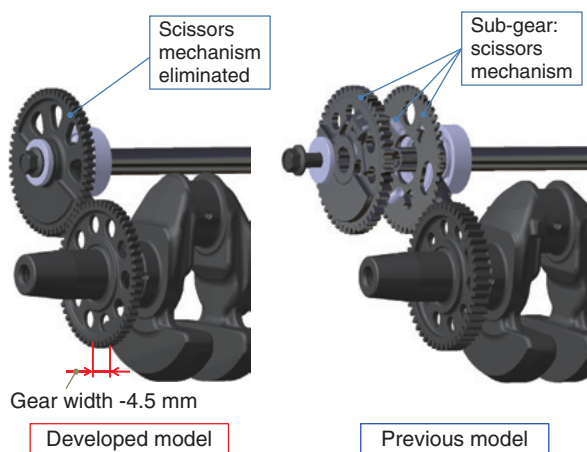


Fig. 6 Comparison of front balancer gear

大にもかかわらず, 主運動系部品の合計重量は前モデルに対し -820 g となる軽量化を達成した.

主にこれらの主運動系部品の軽量化の効果により, ストローク拡大関連以外の, エンジン主要部品の軸間距離やエンジンの全幅を前モデル同等に抑えることができた. ほかにもシリンダスリーブ材質を鋳鉄からアルミニウム複合材料へ変更, クラッチのコンパクト化, 高強度な材質に変更することでギヤ幅の縮小などによる軽量化をおこない, 出力を向上しながらも前モデルより軽量のエンジンとなった (Fig. 8).

3.1.2. 車体の軽量化

徹底した軽量化をねらいとし, 車体強度と剛性, 材質, 製造方法について細部に渡り検討をおこない, 基本骨格から新設計した. Fig. 9 に本モデルの車体軽量化に寄与度の大きい部位を示す.

フレームボデーは, 前モデルのスチール製の前後一体構造に対し, 本モデルではリヤフレームをボルトオンタイプの分割構造とし, リヤフレームの材質を軽量のアルミ製とした. スチール製のメインフレームは, 3.3. 節で後述する剛性バランスの見直しを図ることで, フロントクロスパイプの廃止を可能とした. また, 各エンジンハンガーの細部形状変更により, 従来同等のエンジン搭載性を確保しながら

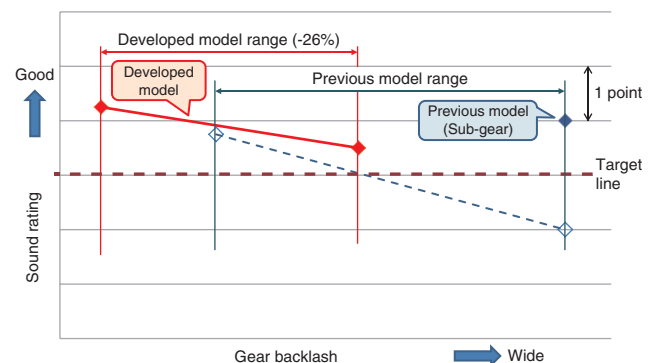


Fig. 7 Comparison of front balancer gear sound ratings

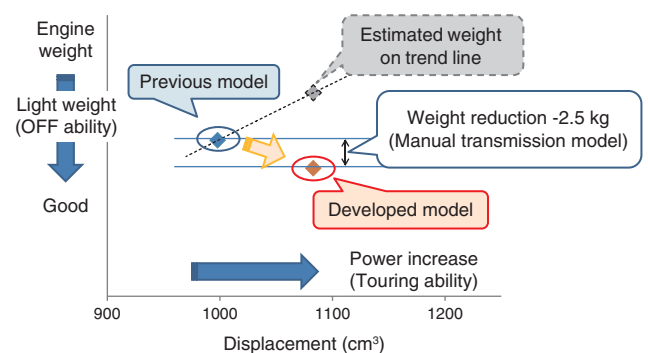


Fig. 8 Comparison of engine weights

ら、右側ロワパイプをボルトオンタイプの分割式から溶接一体構造に変更した。さらに、ピボットプレートには前モデル同様にプレス製法のプレートを2枚重ね合わせたモノカ仕様を踏襲するが、内板に 600 MPa 級の高強度鋼を採用し、内板を板厚 1.6 mm から 1.4 mm、外板を 1.8 mm から 1.6 mm へそれぞれ薄肉化した。

アルミ製のリヤフレームとスイングアームにおいては、設計自由度が高い鋳造材と耐久性の高い鍛造材を組合せ、それらを押し出しパイプで連結する仕様とすることで軽量化を実現した (Fig. 10)。これらの結果、フレームボデー全体で 1.8 kg、スイングアームで 0.5 kg と、基本骨格部品で 2.3 kg の軽量化を実現し、完成車全体の軽量化に大きく寄与した。

3.2. 完成車のマス集中による慣性モーメントの低減

運動性能を向上するためには、ヨー／ロール／ピッチ 3 軸の完成車の慣性モーメントを低減させることが重要となる。特に路面の起伏や凹凸が激しいオフロード走行においては、旋回や上下動の動きに対する慣性モーメントを低減させることが、軽い取り回しと路面外乱に対する収束の良い車体挙動につながり、荒れたオフロード路面をより安心して走破することを可能とする。そのためには車体の重心位置から離れた部品の軽量化が求められる。

特に前述したリヤフレームとスイングアームの軽量化はマスの集中化に大きく寄与している。さらに、環境適合性のために、排気触媒を排気ガスの浄化をより効率的におこなえる排気ポート近傍の車体前方に移動した。この配置変更を活用し、車体後部における重量物であるマフラを車体重心位置に 85 mm 近づけることができた (Fig. 11)。

これら手法によるマス集中の結果、運動性能向上に寄与するヨー慣性 4.0%、ピッチ慣性 9.5% の低減を実現した (Fig. 12)。

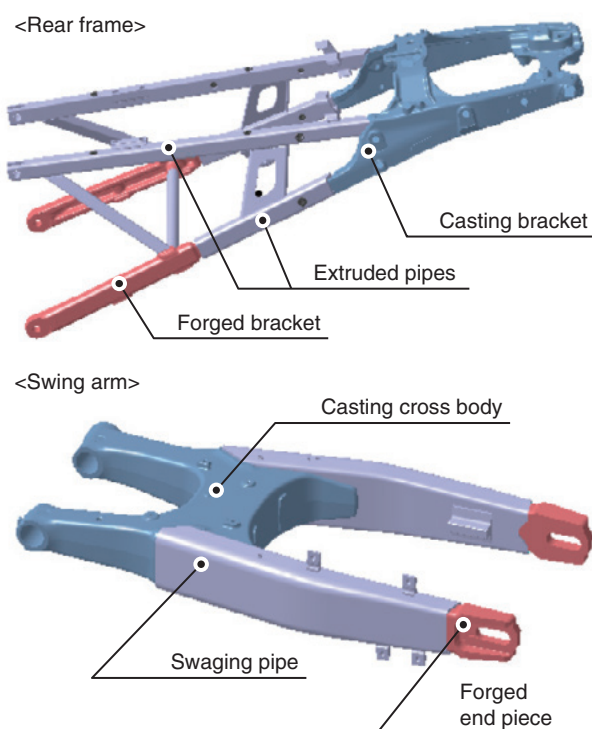


Fig. 10 Configurations of rear frame and swing arm



Fig. 11 Comparison of muffler size

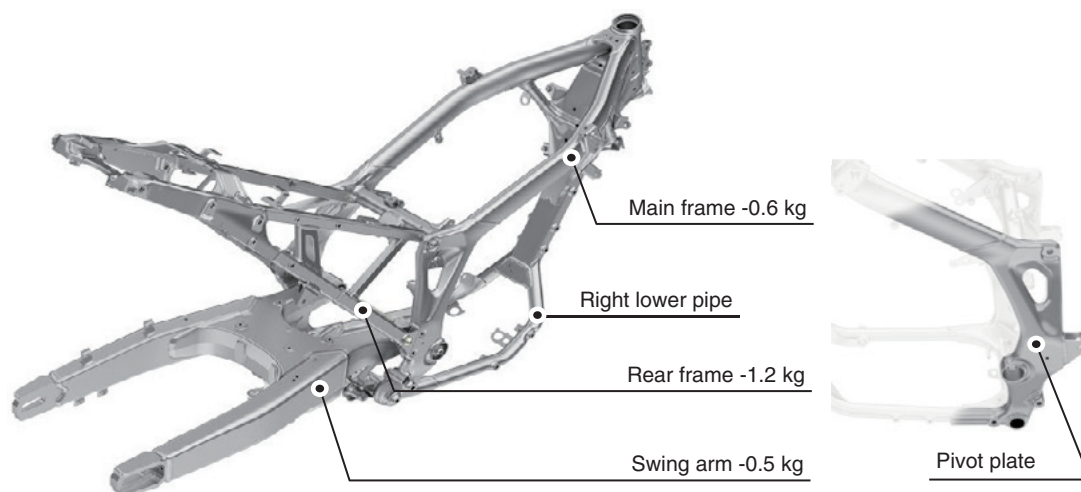


Fig. 9 Main points of modification of frame body and swing arm

3.3. フレーム剛性の見直し

路面外乱による車両の上下動が激しく、滑りやすい路面のオフロード走行では、外乱に対し穏やかに車体挙動を収束させ、ライダー操作に対しフレームボデー全体がたわみ、追従する性能が求められる。これが、ライダーの安心感と疲労低減につながる。本モデルではこの柔軟性を追求し、過酷な道を安心して走破できる、Africa Twinらしいハンドリングに磨きをかけることをねらいとした。

前モデルでは、路面反力や制動時におけるメインパイプの変位をフロントクロスパイプで抑制していた。本モデルでは、ヘッドパイプ周辺のカセットの形状変更による補強や、左右のメインパイプの全幅を 20 mm 狭めて平行に近づけるレイアウトへの見直しなどでメインパイプの変位を抑制し、フロントクロスパイプの廃止を可能とした (Fig. 13)。これにより、従来同等のフレームボデーの強度

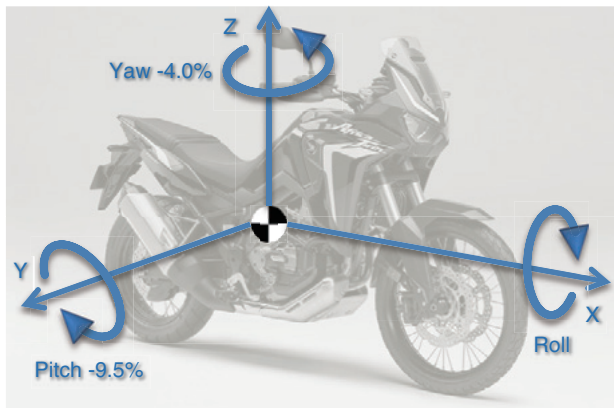


Fig. 12 Result of moment of inertia

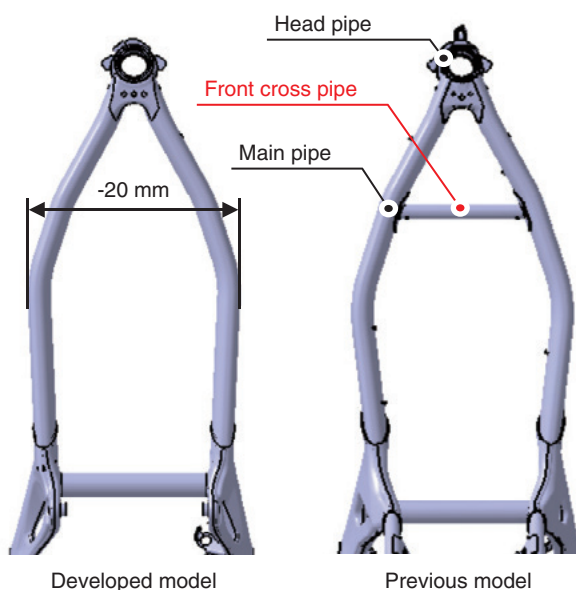


Fig. 13 Top view of main body frame

耐久性や制動安定性を確保しながら、横方向の柔軟性を得ることができた。Fig. 14 に前後タイヤの接地点に横方向に荷重入力した際のフレームボデーの CAE 解析データの一例を示す。本モデルではピボットプレートからメインパイプにかけて、応力が広い範囲に分散されていることがわかる。これはフレームボデー全体がたわんでいることを示しており、外乱に対して穏やかに車体挙動を収束させる特性につながっている。この特性によりオフロード走行でも安心できる旋回特性が得られた。さらに、フレーム剛性の低減により軽快なハンドリングとなり、オフロード走行をより楽しめる性能を実現した。

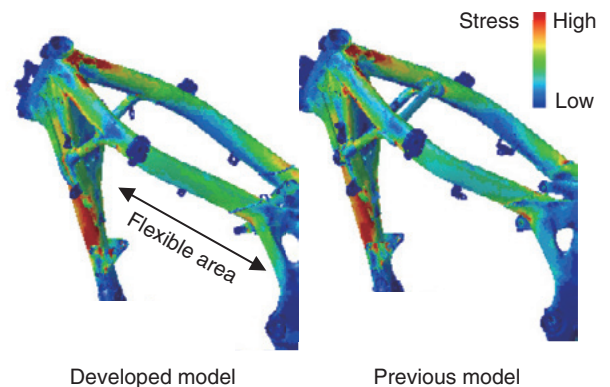


Fig. 14 Frame body analysis result

4. ツーリングのための進化

ツーリングでは長距離／長時間の走行に対して、心身ともに疲れにくくすることが重要である。心理的な疲労に対しては、動力性能の向上をもって対応した。これにより、前モデルに対して低回転での余裕あるトルクフルな走りや、タンデムや積載状態の走行でもストレスの無い加速が可能となり、心理的余裕が生まれた。また、身体的疲労に対しては、走行風から身を守るための防風性能の向上を図った。さらにはライディングポジションの見直しやシート快適性向上をおこなったが、ここでは、以下の二つに絞り述べる。

- (1) 動力性能の向上
- (2) 防風性能の向上

4.1. 動力性能の向上

歴代の Africa Twin が最も重視しているのは、お客様が多用する常用回転域での出力特性である。しかし、メインマーケットである欧州での使い勝手では、高速道路などでの加速性能も重要な要素である。余裕を持ったストレスフリーな加速ができることで、快適性を向上させることが可能となる。本モデルでは、あらゆる回転域からでも十分な

加速力が発揮できるように、全域で6%以上の出力向上を目指した。軽量化とのバランスを鑑み、排気量を前モデルに対し85 cm³アップの1083 cm³(設計値)とした。合わせて吸気排気諸元などの仕様見直しを図った結果、前モデルに対して、出力は全域で6%以上、最大で8%の向上を達成した (Fig. 15)。これによって、前モデルに対して約5%の加速性能の向上を達成した (Fig. 16)。

全域での動力性能向上を図ることで、積載状態などの車両のコンディションや、登坂や高速走行時などのシチュエーションにかかわらず余裕を持った走りが可能となり、ツーリングでの快適性を高めることが可能となった。また、オフロード走行の面においても、パワフルな動力性能ならではのライディングを楽しむことに寄与している。

4.2. 防風性能の向上

本モデル AS における防風性能は、ライダーへの風当たりを軽減することで、長距離ツーリング時の快適性を向上し

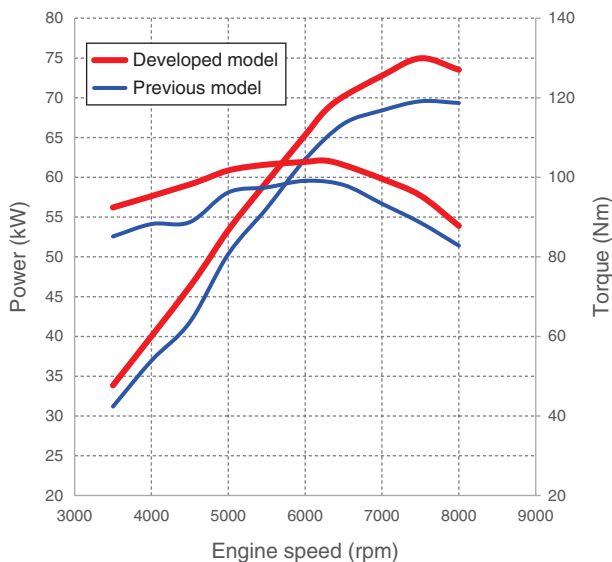


Fig. 15 Engine performance

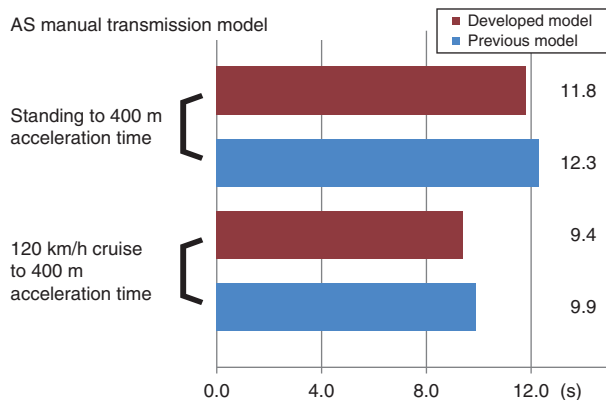


Fig. 16 Comparison of acceleration performance

た。ここでは、ライダーの頭部周辺と胴体部周辺それぞれの防風性能について解説する。

4.2.1. 頭部周辺の防風性能

本モデル AS では、頭部周辺の防風性能向上のため、STD に対して 215 mm 長いロングタイプのウインドスクリーンを採用した (Fig. 17)。また、ウインドスクリーン取り付け部には、手動式 5 段階可変構造を採用した。角度を設けた二つのレールとリンクで構成された可変構造を持ち、左右のノブを操作することにより、スクリーンの 5 段階調整が可能となっている (Fig. 18)。この構造により、5 段階目で 60 mm の高さ変化と 5° の角度変化を設定することが可能となり、防風性能を変化させている。

Fig. 19 にライダーの頭部周辺の空気の流れ分布を表した CFD 解析の結果を示す。1 段階目では、前モデルの AS と同等の防風性能をねらった。本スクリーンのライダーの頭部周辺への風当たりを軽減する効果によって、長距離ツーリング時の快適性を確保した。2 から 5 段階目は、ライダーの姿勢や体格に合わせて調整可能とした。前モデル同等の 1 段階目に対し、5 段階目では頭部付近の風圧が低減しており、防風性能が向上していることがわかる。

4.2.2. 胴体部周辺の防風性能

本モデル AS では、胴体部周辺の防風性能向上のため、STD に対してフェアリングの専用設計をおこない、全幅 + 50 mm とした。Fig. 20 に乗員の腰周辺の空気の流れ分布を表した CFD 解析の結果を示す。フェアリング形状の違いにより、乗員への風当たりを軽減させていることが確認できる。

以上の結果、前モデル AS が持っていた快適性に加え、乗員の姿勢や体格に合わせて調整可能なウインドスクリーンの採用とフェアリング形状の変更により、ライダーへの防風性能を向上させ、身体的疲労軽減を実現した。

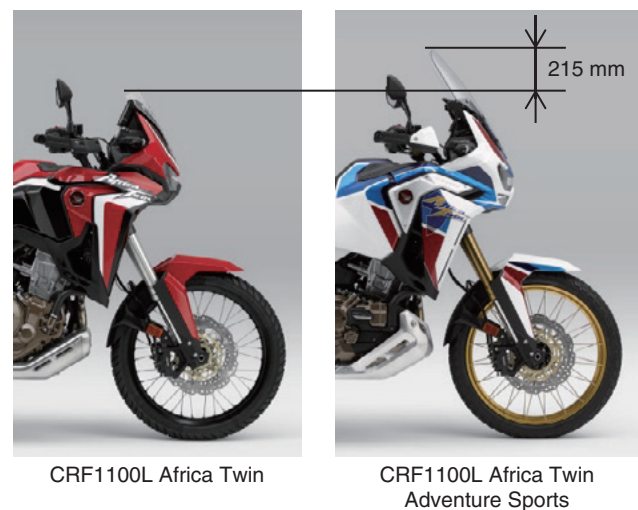


Fig. 17 Comparison of screen height

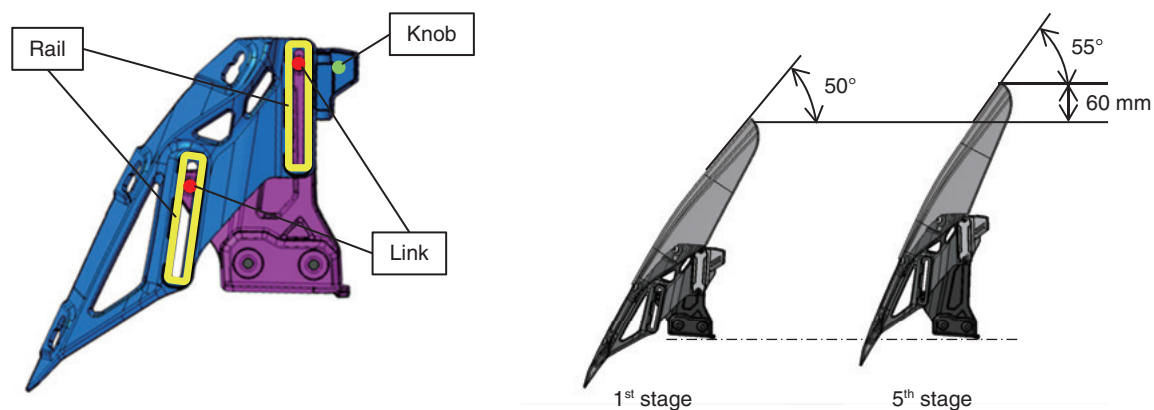


Fig. 18 External view of manually adjustable windscreen

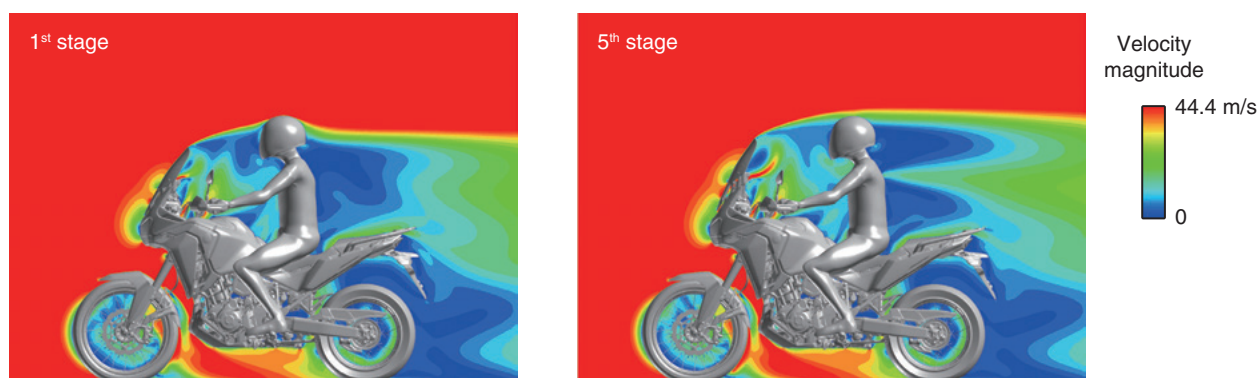


Fig. 19 Result of velocity distribution analysis of upper body by CFD

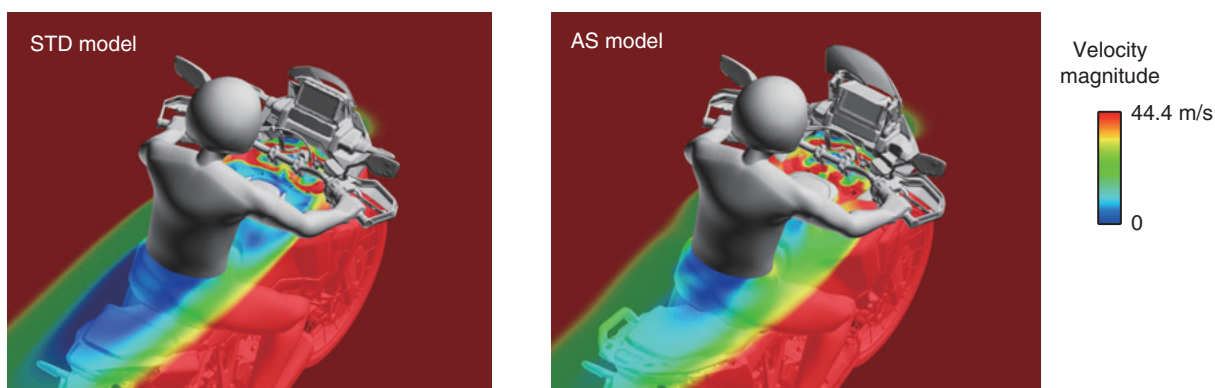


Fig. 20 Result of velocity distribution analysis of lower body by CFD

5. 車体制御の進化

車体制御における進化も実現した。車体慣性計測装置 (Inertial Measurement Unit: IMU) の装備によって、Fig. 21 に示すピッチ／ロール／ヨーの角速度と、前後／左右／上下の加速度の六つを計測し、車体の動作状態をリアルタイムで把握することが可能となった。この情報を活用することで、各種制御の精度が大幅に向上し、よりスムーズな車体の挙動を実現した。IMU による制御項目を以下に示す。

(1) Honda Selectable Torque Control (HSTC):

駆動力によるタイヤの空転、横滑り時の挙動を緩和するための駆動力制御

(2) ウィリーコントロール:

フロントリフトアップ時のピッチ角と角速度を制限するための駆動力制御

(3) ABS:

コーナリング中のブレーキ挙動の緩和制御およびブレーキ時のリヤタイヤの浮き上がりを防止するためのブレーキ液

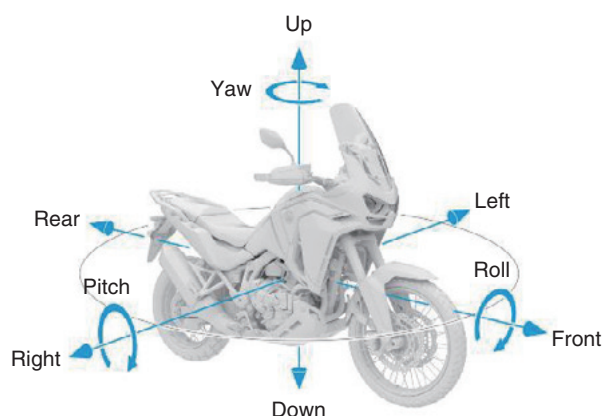


Fig. 21 Vehicle motion direction component from IMU

圧制御

(4) DCT の動作判定制御:

登坂／降坂やコーナリング中の DCT による意図しない変速を防止するための変速タイミング制御

(5) コーナリングライト (AS のみ):

バンク角に応じてコーナの先を照らすためのライトの点灯制御⁽²⁾

(6) 電子制御サスペンション (AS のみにタイプ設定):

ブレーキングやジャンプ時の車体挙動を適正化するための減衰力可変制御⁽³⁾

(7) クイックシフタ (オプションパーツ):

コーナリング中のシフト正確性を高めるための誤操作判定制御

6. Human Machine Interface (HMI) の進化

タッチパネル式 6.5 インチ TFT ディスプレイを採用 (Fig. 22) することによって、ライダーと車両双方向の情報伝達の使い勝手の向上を図った。



Fig. 22 Multi-information display

豊富な情報を見やすくするために大型カラー液晶を採用。ライディングに集中しつつも、メータからの情報を的確に認識することが可能となった。さらに多くの機能の設定を感覚的に操作できるように、停止時にはタッチパネルでの操作も可能とした。また、Fig. 23 に示すとおり USB ケーブルにて iPhone と接続することによって Apple CarPlay が利用可能となる。ナビをはじめとする各種アプリは、Siri による音声操作をすることで利便性が大きく向上した。



Fig. 23 Apple CarPlay

7. 開発成果

本モデルの開発では、出力向上と完成車重量を低減させることにより、オフロード走行をより楽しめる Africa Twin と、装備の充実を図りより快適なツーリングを可能とする Africa Twin Adventure Sports を実現した。出力では排気量拡大により全域で 6% 以上の向上を達成し、重量では主にエンジン、フレームなどの主要部品の見直しによって軽量化を達成した。本モデル STD では、前モデル STD に対し 4 kg の軽量化により、オフロード走行のための進化をした。本モデル AS では、防風性能向上をはじめ多くの快適装備を追加しつつも、前モデル AS に対し 5 kg の軽量化を達成し、全域で向上した動力性能と相まって、ツーリングのための進化を果たした。

前モデルから踏襲したコンセプト「Go anywhere 一日常のコミューティングから広大な夢の大地を走破できる、真の本格アドベンチャーモデル」を、より高い次元で実現した Africa Twin で新たな冒険を楽しんでいただきたい。

参考文献

- (1) 飯塚直, 山倉裕, 今井良幸, 飯田晃祥, 菅野剛, 中村公紀, 小山信也, 中村健一郎, 小野和彦: CRF1000L Africa Twin の開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 28, No. 2, p. 9-20
- (2) 木崎徳次郎, 佐藤宏貴: 2020 CRF1100L Africa Twin Adventure Sports に搭載した二輪車用追加光源式

コーナリングライト, Honda R&D Technical Review,
Vol. 32, No. 2, p. 35-41

- (3) 岡村広志, 津田剛, 小河原充史: 2020 CRF1100L
Africa Twin Adventure Sports ES 用電子制御サス
ペンションシステムの開発, Honda R&D Technical
Review, Vol. 32, No. 2, p. 27-34

■ 著 者 ■



森田 健二



岡田 望



岡村 広志



鈴木 将太