

新型スモールスポーツハイブリッドカー「CR-Z」の開発

Development of New Model CR-Z Honda Small Hybrid Sports Car

石川 昌 宏*
Masahiro ISHIKAWA
小野寺 和 夫*
Kazuo ONODERA

細田 正 晴*
Masaharu HOSODA
宮原 啓 輔*
Keisuke MIYAHARA

高橋 潤*
Jun TAKAHASHI
松井 充*
Toru MATSUI

要 旨

2009年モデルインサイトのプラットフォームおよびハイブリッドシステムを活用し、新時代のハイブリッドによるスモールスポーツカーの開発をおこなった。

エンジンを 1.5L IMA(Integrated Motor Assist)とし、さらに6速トランスミッションと組み合わせることでスポーティなフィーリングを実現した。デザインは、低、短、ワイドでスポーツパッケージを際立たせ、Honda初のLED DRL(Light-emitting diode Daytime Running Lights)ヘッドライトに代表される先進アイテムにより、先進スポーティフォルムを実現した。インテリアは先進 3D メータ、スマートスポーツシートでスポーティさを演出し、ソフトフィールインストルメントパネルと金属フィルムの使用によるクオリティの向上を図った。走りはきびきびとしたハンドリングとし、ドライブシチュエーションに合わせた3モードドライブシステムを採用することで新感覚の加速と爽快な走りを実現した。

走りと燃費を高次元でバランスさせ、デザインでスポーティさを演出することで、IMAという新しい価値を持つ、今までになかったスモールスポーツハイブリッドカーを作り上げた。

ABSTRACT

The 2009 model year INSIGHT platform and hybrid system have been used to develop a fun car with a new generation hybrid configuration.

A sporty feeling was given by a 1.5-L Integrated Motor Assist (IMA) engine in combination with a six-speed transmission. The “Low, short, and wide” design emphasized its nature as a sport package, and its advanced sporty form was further realized by Honda’s very first light-emitting diode, daytime running light (LED DRL) headlights and other such advanced items. A sporty quality was produced in the interior by means of advanced three-dimensional gauges and smart sport seats, and a “soft feel” instrument panel and metallic film were used to enhance the quality. The handling was made agile for driving performance, and the adoption of a 3-Mode Drive System adapted to different driving situations realized a completely new feeling of acceleration and exhilarating driving performance.

The development achieved a high-level balance between driving performance and fuel efficiency. With a design that produces a sense of sportiness, an unprecedented small sporty hybrid car was created that possesses the new value of the IMA.

1. はじめに

世界的な環境問題によるエコロジ意識の拡がりやガソリン価格の高騰により、低燃費車のニーズが全世界で高まっている。一方、ヨーロッパにおける Honda ブランドの認知度は、ここ数年徐々に向上しており、そのさらなる向上への起爆剤となる車が待ち望まれていた。そこでヨーロッパで

*四輪R&Dセンター

人気の3ドアスモールカーにおいて、燃費とスポーツ性を両立させるといった新しい価値を提案し、ヨーロッパにおける Honda ブランドのプレゼンスの強化と若者層の獲得、および企業平均燃費低減をねらいとした。同時にアメリカ、日本にも展開できるグローバルカーという位置づけで、CR-Zの開発をスタートさせた。

2. コンセプト

独自性や革新性を具現化し、新時代を切り開く、新しい魅力の創造をねらいとし、ハイブリッド技術を核として、環境への姿勢と Honda DNA といえるスポーツ性の両立を目指し、グランドコンセプトを「先進！ Hybrid Café Racer」とした(Fig. 1)。

「Café Racer」とはバイク好きの者が集まるイギリスの「エースカフェ」を発祥とする。仲間にも自慢できる都市型スポーツカーでありたいという気持ちを「Café Racer」というコンセプトで表現した。

新しい時代に向けたスモールスポーツの新価値創造のために、以下の項目をメインテーマと定め開発を進めた。

- (1) 先進スポーティフォルム
- (2) 新感覚加速フィールと低燃費の両立
- (3) 軽快キビキビハンドリング
- (4) デイリーユースコンフォート

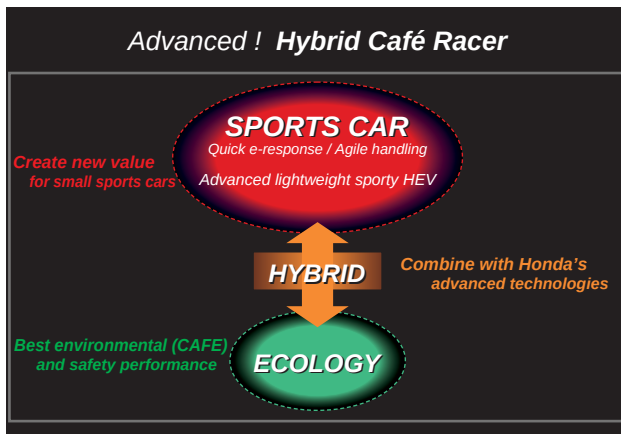


Fig. 1 Grand concept

3. 先進スポーティフォルム

3.1. エクステリアデザイン

3.1.1. デザインコンセプト

エクステリアデザインは、高密度な力強い「塊」とその塊から隆起した足回りの「躍動感」を表現し、コンセプトは「Advanced Sensual Bullet」とした。フロントに低く構えた大型グリルを配置し低重心感を演出した。ブラック塗装を施したフロントピラーと高曲率フロントウインドウによるクリアで一体感あるガラスエリアでアドバンスと爽快視界を実現した。深く絞られた前後フェンダが躍動感を演出し、フェンダと連続するリヤエクストラウインドウとリヤコンビライトがワイド感と踏ん張り感を表現した。スポーツカーの魅力とハイブリッドの先進性を両立させた、大人を満足させるクールなプレミアムスポーツカーに仕上げた(Fig. 2)。

3.1.2. 低全高、ショートオーバーハングフォルム

スポーツカーの必要条件である低全高を実現するためには、歩行者保護性能を満足させながら、エンジンフード高をいかに下げられるかが課題であった。

トルクアップレゾネータを外すとともに、インテークマニホールドとエアークリーナの構造を変更することで、エンジンの高さを、ベースとした 2008 年モデル FIT より 14 mm 低くした。シミュレーション計算によるフード板厚最適化、デザイン面と衝突エリアの最適化、およびアップメンバとダンパベースの結合構造変更(Fig. 3)により、フード後端の高さを、2009 年モデルインサイトより 23 mm 低くした。それらの施策の結果、車体のルーフ高さを 2009 年モデルインサイトより 75 mm 低い 1350 mm とした(全高はアンテナを含むため 1395 mm)。

リヤフレーム構造のスティフナ形状を最適化するとともに、クロスメンバ追加でリヤパネルを、エネルギー吸収構造とすることで、米国自動車安全法規(FMVSS)301 の後面衝



Fig. 2 Exterior design

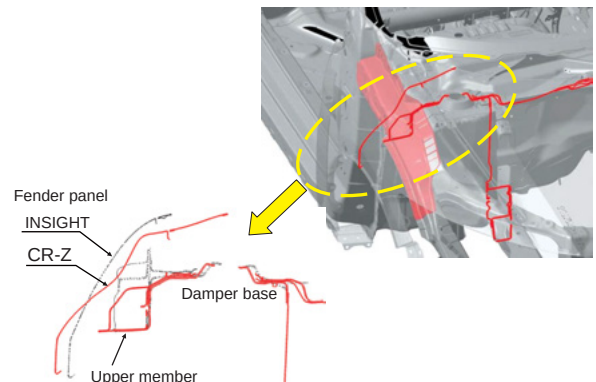


Fig. 3 Upper member

突規格をクリアしながら、リヤオーバーハングを2009年モデルインサイトより 225 mm 短くし、全長を 4080 mm とした(Fig. 4)。

3.1.3. 高曲率フロントウインドウ

スポーツカーとしてのコーナリング視界と先進フォルム実現のために、高曲率のフロントガラスが必要となった。

ガラスは高曲率にするとガラス両端に視覚的なゆがみが発生してしまう。さらにガラスの取付け角度も寝ているため、今までのHonda車の中で最もゆがみに対して厳しい形状となった(Fig. 5)。そのため、重力成形法からよりゆがみの出にくいプレス成形法に変更するとともに成形シュミレーションによるデザインと成形性のマッチングを繰り返し検証することで、フロントウインドウの高曲率化を達成した。

さらにフロントガラスとサイドガラスの一体感演出のために、フロントピラーにガーニッシュを採用した。フロントガラスとピラーガーニッシュの一体感向上と風切り音低減をねらい、ガラス端部側面とフロントピラーガーニッシュの組み合わせにより排水溝を形成するガラス一体型フラッシュサーフェスフロントピラーを採用し、水はけ性能と風切り音低減を両立をさせた(Fig. 6)。

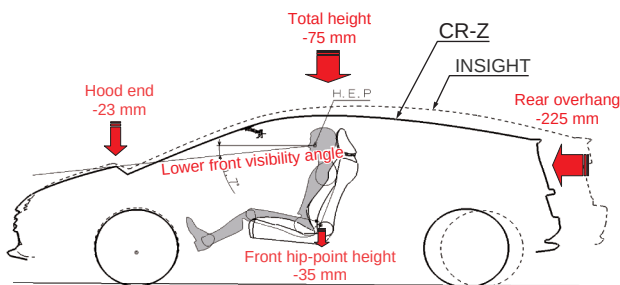
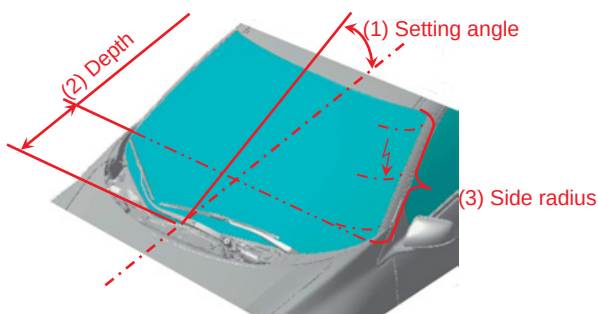


Fig. 4 Package design



Model	(1) Setting angle	(2) Depth (mm)	(3) Side radius (mm)
INSIGHT	23.1°	66.3	1100 – 1600
CIVIC 2D	21.9°	60.0	1100 – 2150
ELYSION	27.0°	145.0	880 – 1140
FIT	26.0°	56.6	3000 – 4600
NSX	24.2°	176.0	800 – 1030
CR-Z	22.3°	143.4	600 – 1000

Fig. 5 Front window glass

高曲率フロントウインドウ採用によりスポーツタイプカテゴリトップレベルのコーナリング視界が得られた。縦軸にコーナリング中どこまで先が見えるかのコーナ評点、横軸に交差点でのフロントピラー越しの死角の少なさの交差点評点を表したフロントピラー視界指標をFig. 7に示す。

3.1.4. LED DRL

2012 年から施行される EU DRL 法規の先取りと商品性向上をねらいとして、白色 LED を用いて、薄型・低消費電力 DRL を開発した。

Fig. 8 に点灯状態を示す。従来のヘッドライトと変わらない大きさの中にDRL機能を取り込んだ高密度ヘッドライトは、先進デザインとして CR-Z の大きな特徴となった。

Fig. 9 にリフレクタ断面構造を示す。指向性に強い LED の特徴を生かし、リフレクタを小さくした。従来のバルブと同等の配光性能を持ちながら、寿命は従来のバルブを上回る

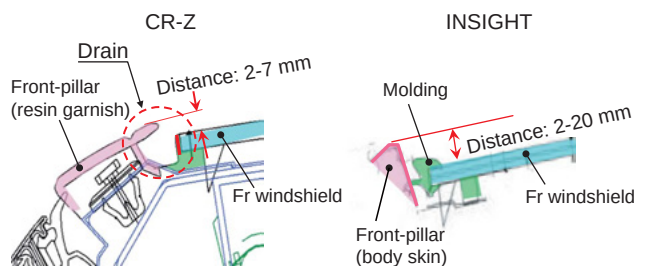


Fig. 6 Front pillar section

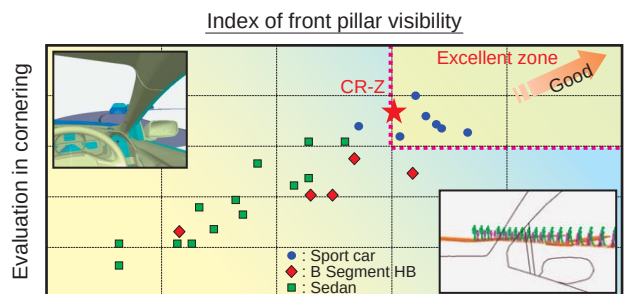


Fig. 7 Index of front pillar visibility



Fig. 8 LED DRL

6000 h, 消費電力は従来のバルブの約半分の 24 W である。

また、日本仕様は LED の数を二分の一にしてポジションランプとした。

3.1.5. ロープロファイルアンテナ

先進デザインのルーフを飾るアイテムとして、受信性能を落とすことなくスタイリッシュな AM/FM アンテナを開発した(Fig. 10)。

従来の AM/FM マイクロアンテナは、約 180 mm のロッド(内部は巻き線)をアンテナエレメントとしていた。ロッドタイプのアンテナは FM 帯波長 λ の $1/16(\lambda/16)$ に共振して受信し、ロープロファイルアンテナ(以下 LPA)はその約 $1/50(\lambda/50)$ に共振して受信をする。

巻き線アンテナエレメントのまま共振波長を $\lambda/50$ とすると受信帯域が狭くなり、アンテナの実用性が失われる。LPA はアンテナエレメントを面状にして、広帯域受信を可能にした。この構造をもつ小型 AM/FM アンテナの実用化は世界初である。

LPA は、金属エレメントとコイルでアンテナエレメントを構成することで、受信帯域を広帯域化し、マッチングの難しいローノイズ・ハイゲイン増幅器と組み合わせて、マイクロアンテナ同等以上の受信性能を実現した。

Fig. 11 に LPA とマイクロアンテナの受信性能比較を示す。

3.2. インテリアデザイン

3.2.1. デザインコンセプト

インテリアデザインはスポーティコックピット、IMAらしい先進感、2+2パッケージにベストな機能性をテーマに

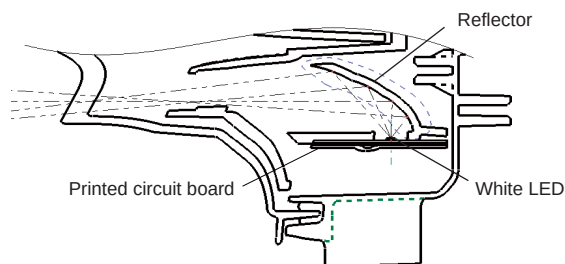


Fig. 9 Sectional structure of DRL



Fig. 10 Low profile antenna

「Smart Cockpit」をコンセプトとした(Fig. 12)。

インストルメントパネルはスポーティなタイト感と爽快感を両立した「フローティングアップパッド」と、運転に必要な機能を集約した「先進・スポーツメータクラスタ」で構成し、シートはホールド性と安全機能を両立した「スマートスポーツシート」とした。

3.2.2. スポーティと高クオリティ

デザインをより際立たせ、かつクオリティを高めるため、インストルメントアップパッドには Honda として初となる「ソフトフィールインストアップ」を採用した。また、インストルメントパネルからコンソールをつなぐガーニッシュとドアライニングのグリップ部に、自動車業界では初となる「高輝度金属フィルムガーニッシュ」を採用した。

「ソフトフィールインストアップ」は、あらかじめ成形したインストルメントパネルを金型にセットし、金型の中に二種類の液体を注入し、化学反応によってウレタンの表皮を生成する工法である。金型の中で表皮を生成するために高い絞転写性を有し、かつ艶の調整が容易なため、高品位な外観が得られる。生成された表皮は皮厚 1 mm と、柔らかさを感じるほどのストローク感はないものの、非常に高品位な触感をもつ。

「高輝度金属フィルムガーニッシュ」は、Fig.13 に示すフィルム層をあらかじめ成形した基材に真空圧空成型で巻き込んだものである。フィルム層の一層に錫(スズ)を蒸着させた後、光沢表面処理をおこなった層(本金属層)を入れ込むことで、めっき同等の外観が得られる。

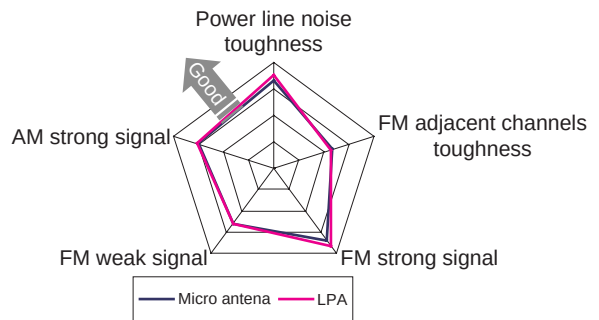


Fig. 11 Local compatibility



Fig. 12 Interior design

このフィルムは高延伸性のためデザイン自由度が高く、ドアグリップのような深絞り形状にも対応できる。塗装では再現できない金属の光沢をもつ一方、金属板では成形不可能な複雑な形状にも適用できる本技術の採用で高品位な外観を実現した。

ソフトフィールインストアップと高輝度金属フィルムガーニッシュにより、スモールカーとは思えない1クラス上のインテリアに仕上げる事ができた。

3.2.3. 先進 3D メータ

メータは一目で感じる「先進」と「未来」をデザインコンセプトとし、センタにクリスタル調の一眼メータを配置した。微細加工による放射状ブルーラインの目盛の発光と虚像技術により、宇宙空間を連想させる3次元の見え方を実現した。さらにセンタ部にドライビングに必要な主要機能を集約させることで視認性を向上させた(Fig. 14)。

3.2.4. スマートスポーツシート

フロントシートは、スポーツ走行にもしっかりと応えられるよう、ホールド性重視の開発をおこなった。スポーティなバケット風シートデザインを採用するとともに、ヘッドレスト部は安全機能を持つ頸部衝撃緩和シートとした。ヘッドレストとシートバックを一体に見せるために、ヘッドレストとシートバックをつなぐ部位をガーニッシュで覆った。

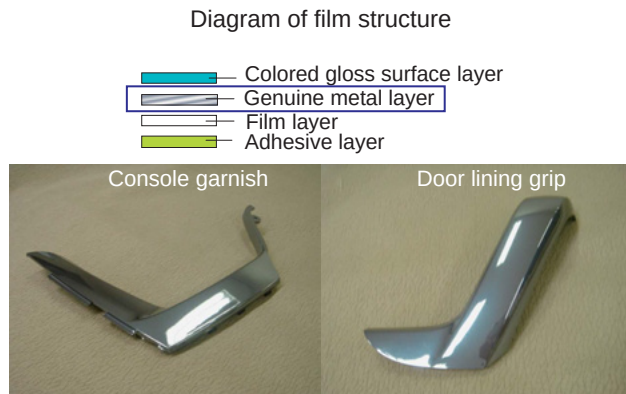


Fig. 13 Door grip and console garnish

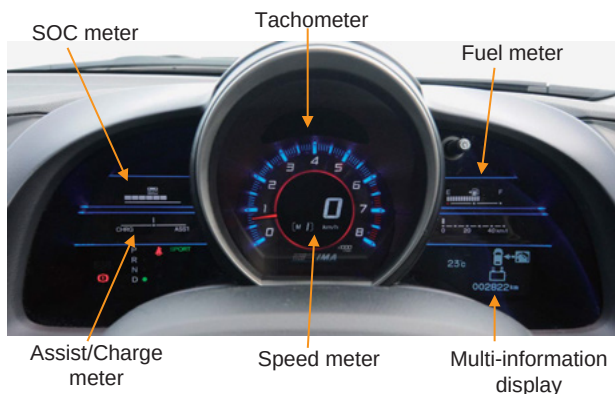


Fig. 14 Advanced 3D meter

メイン・サイド・サポート部それぞれに、先進性を感じさせるシート生地を採用した(Fig. 15)。

下記の三項目の技術で、シートの高いホールド性を実現した。

- (1) シートクッションとシートバックの土手立ち上り部を別体化するとともに、ウレタンの硬度を柔らかめにした。これにより体の小さな人はシート形状で体を支えられ、体の大きな人は、シート外側に張り出した形状で体を支えられる。体格を問わず体をホールドできるため、例えばステアリングを操作したときに体が操舵方向の反対を向いてしまうという違和感を取り除けた。
- (2) ベースのシートフレーム横側にサポートワイヤを追加しコーナリング時の体の横方への移動を抑えた。
- (3) 加減速時に臀部がシートクッションと摩擦により動かないような腿角度を設定した。また角度だけではなくシート生地の動摩擦係数にも着目し、臀部のずれを起こさないような生地を採用した。

デザインと機能を高次元で融合したフロントシートを開発したので、お客様に「運転して楽しい」を体感していただけると確信している。

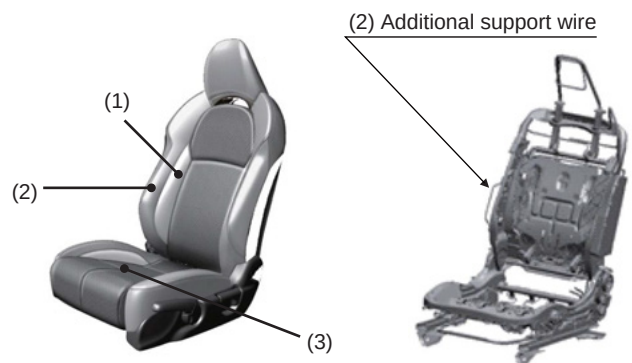


Fig. 15 Design and structure of front seat

4. 新感覚加速フィールと低燃費の両立

4.1. パワートレイン

4.1.1. エンジン

2009 年モデル FIT の 1.5L/4 バルブエンジンをベースとしてIMA搭載のため一部改良した。さらに1バルブ休止VTEC(Variable valve Timing and lift Electronic Control system)化することにより環境性能を向上し、CARB(California Air Resources Board)Emissions Rating を AT-PZEV(Advanced Technology -Partial-Credit Zero Emission Vehicle:ゼロ排出ガス車として部分換算される先進技術搭載車)としている。環境性能向上により低下した高回転領域出力を IMA 化によって補うとともに、低回転領域を IMA

モータによってトルクアップした。その結果、出力特性はエンジン回転数に対してよりフラットになり、中低速域出力応答性と、実用域での扱いやすさが向上した(Fig. 16)。

4.1.2. トランスミッション

世界初となる、ハイブリッドエンジンと6速マニュアルトランスミッションとの組合せを開発し、スポーティフィールを追求した。トランスミッション開発では、ベースとなる6速マニュアルトランスミッションに以下の変更をおこなった。

- (1) IMA 搭載のためにミッションケースの変更、ニュートラルスイッチセンサ追加、IMA 専用クラッチの新規開発
- (2) スポーティフィール向上のために、シフトストローク短縮(50 mm から 45 mm)、シフト操作荷重低減
- (3) 燃費と走りのバランスを追及したレシオ設定

尚、日本とアメリカ仕様には2009年モデルインサイトと同じ CVT(Continuously Variable Transmission)も設定した。

4.1.3. IMA

IMAモータ、バッテリー、IPU(Intelligent power unit)はインサイト仕様を流用し、ケーブル、吸気・排気ダクトは車体形状に合わせて変更した。1.5 L エンジン+ IMA + 6速トランスミッションの組み合わせにより、AT-PZEV規制値をクリアしながら、排気量1.5 L以下の燃費性能と排気量 1.8 L 以上の走りを両立させた(Fig. 17)。

4.2. 3モードドライブシステム

4.2.1. システムのねらい

ドライブにハイブリッドスポーツの特徴をより楽しんでもらうために、SPORT, NORMAL, ECONの三つのモードを設定した。NORMALではキビキビとしたハンドリングと

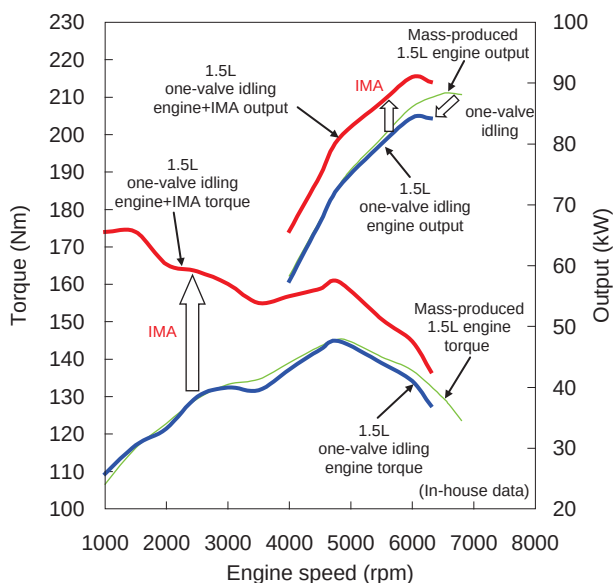


Fig. 16 Power train performance

スムーズな走りで燃費を高次元でバランスさせる。SPORTではハイレスポンスで力強い走りとしっかりとしたハンドリングでエキサイティングフィールを楽しむ。ECONではエコロジカルドライブ支援で燃費向上を実感する(最大で5%から10%向上)。これらをドライブシチュエーションに合わせて操作する楽しさもねらった。

4.2.2. システム構成とセッティング

3モードシステムのイメージとセッティングを Fig. 18 に示す。

ステアリング操舵力、エンジンレスポンス、モータアシスト、エアコンを各モードごとに切り替える。エンジンスタートではノーマルモード、そこからどのモードへでも、ボタンを押すことで簡単に切り替えられる。さらにモードによりアンビエントメータの色も変化する。ノーマルとエコモードではどちらのモードも走行時はブルー、燃費走行に入るとグリーンに変わり、スポーツモードだけは常時レッドとなり、よりスポーティさを演出する。

この3モードドライブシステムにより、ハイブリッド車ならではの、異なる三つのドライビングを実現した。

4.3. 軽快キビキビハンドリング

4.3.1. シャシ

サスペンションは 2009 年モデルのインサイト仕様を流

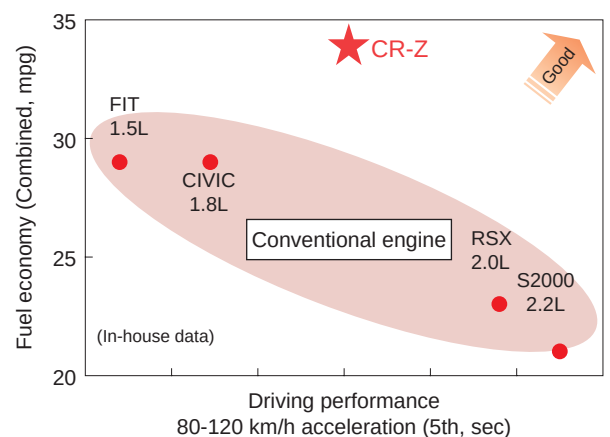


Fig. 17 Driving performance and F/E

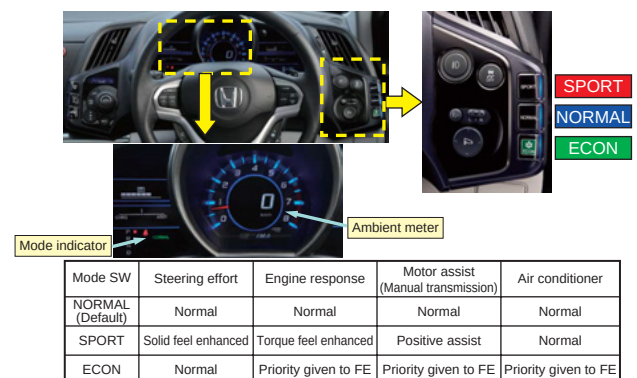


Fig. 18 3-mode drive system

用した。フロントトレッドは20 mm拡大した。リヤトレッドは、タイヤの磨耗性能を考慮しつつキャンバ角を1°から1.5°に変更するとともに、トレーリングアーム内補強形状を変更し、27 mm 拡大した。これらとスプリング、ダンパ特性、高効率ブラシレスEPS特性の専用セッティングで軽快かつ安定性の高いスポーティな操縦安定性と、しなやかな乗り心地を高次元でバランスさせた乗り味を実現した (Fig. 19)。

タイヤサイズは市場で広く流通している大径サイズ195/55 R16を採用した。サマーシーズン用とオールシーズン用のタイヤをそれぞれ専用開発して、低燃費でありながら操縦安定性と乗り心地を高次元でバランスさせた。

パワートレインを支えるマウントシステムには 2009 年モデルインサイトと同様のトルクロッドを配した3点慣性主軸方式を採用し、マウント特性を専用設定することで、操縦安定性および乗り心地の向上に貢献している。

また、アルミ鍛造のフロントサスペンションロワアーム、軽量デザインアルミホイールの採用も、車両の軽量化と共に、操縦安定性および乗り心地の向上に貢献している。

4.3.2. ボデー剛性

キビキビとした操縦安定性能には高いボデー剛性が要求される。しかしCR-Zは2ドアハッチバッククーペであるため、

大きなドア開口とテールゲート開口をもつデザインである。そのため、フロントバルクヘッドアップのコーナ部へのガセット追加、フロントダンパとダッシュボードアップ間への効率良いパッチ配置、センタピラー、ルーフレール間のストレート構造化、およびテールゲート開口全周の閉断面化をおこない、ボデー剛性の向上を図った (Fig. 20)。

さらにリヤサスペンションのトレーリングアーム取付け点に、H型パフォーマンスロッドを採用することで、操縦安定性能の向上に貢献した。

4.3.3. スポーティサウンド

開発コンセプトである「ハイブリッドスポーツ」を際立たせるため、音にも工夫をした。

感応評価の結果、加速時の中周波音がスポーティ感を演出することがわかったため、加速エンジン音と排気音に着目し、エンジン振動の伝達部であるマウント特性を最適化した。排気系については、ショートオーバーハングの限られたレイアウトの中で、MT 車では迫力感、CVT 車ではすっきり感を目標に、それぞれ専用設計とした。

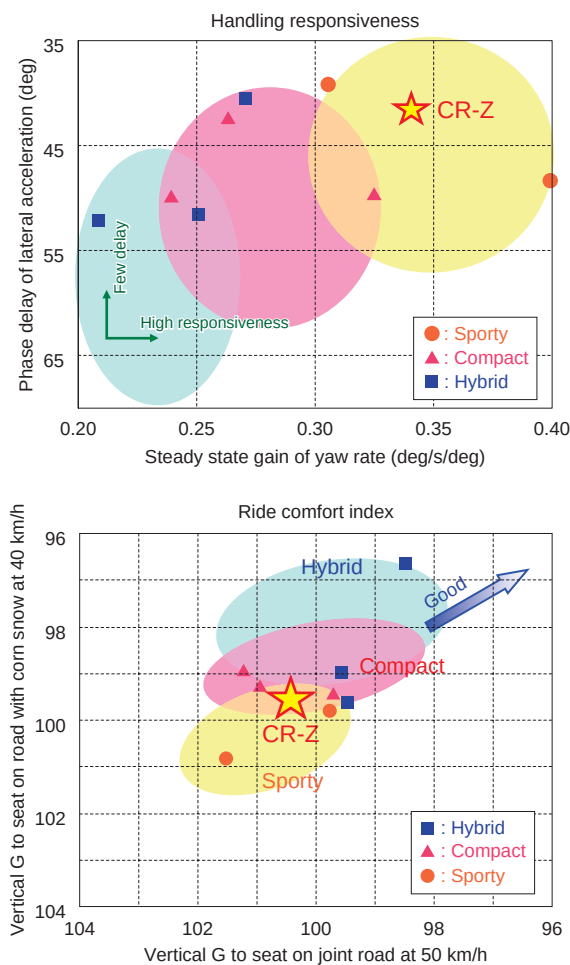


Fig. 19 Chassis dynamics

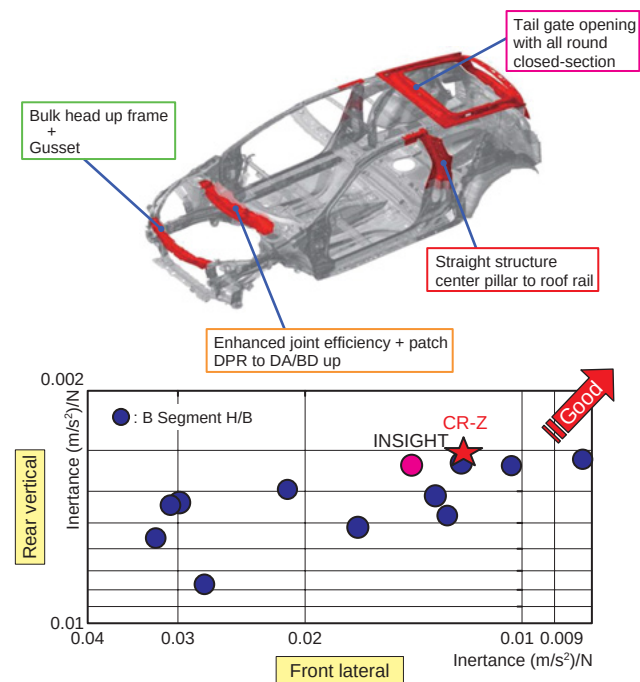


Fig. 20 Body structure and rigidity

5. デイリーユースコンフォート

5.1. ワンタッチフォルダウンシート

贅肉を削ぎ落としたスポーティなデザインとデイリーユースの荷室機能を両立させるために、シンプルな構造の荷室を開発した。

荷室は、リヤシートを起こした状態でも二つの小型 (655 × 480 × 255 mm) のスーツケース、または一つの大型 (750 × 540 × 280 mm) のスーツケースを収納でき

る。荷室にはトノカバーがオプションで用意され、三つのモードで使えるので、日常での使い勝手が良い。

リヤシートバックは一体化され、センタのロックノブ操作により、ワンタッチで簡単に倒すことができる。これにより段差の無い荷室部分が拡大され、9.5型の一般的なゴルフバッグを2セット分入れられる(Fig. 21)。

IMS(Instant mobility flat tire repair system)仕様では、普段車に載せておきたいが使用頻度が少ないもの(車検証や三角表示板、洗車用具など)を入れられる床下大型ボックスを設けた。スペアタイヤ仕様にも、小物収納用ボックスを設けた。

また、北米仕様はリヤシートの無い2シート仕様とした(Fig. 22)。リヤシートの代わりにセパレータとトレイを設け、トレイの底にはカーペット材を敷き、中の物が転がっても音がしないよう配慮した。セパレータを倒すとき生じるトレイとの接触音低減のため、ダンパを組込み、高品位な操作感を実現した。また、センタにロックノブを設けリヤシート仕様と同様の使い勝手とした。

2シート開発にあたっては設計の工夫による共用化により効率的な開発をおこなった。例えばセパレータのフレー



Fig. 21 Luggage space

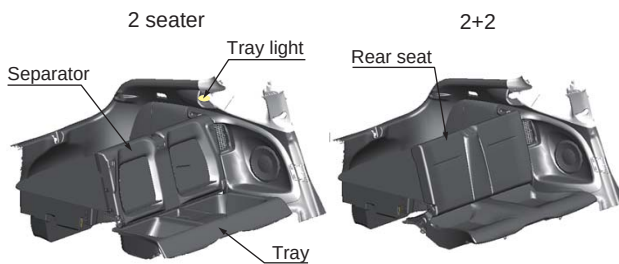


Fig. 22 Rear package

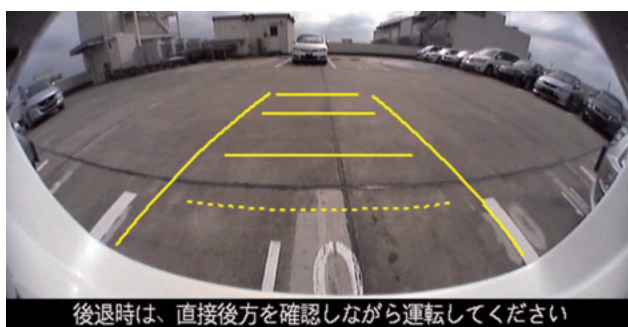


Fig. 23 Image from wide-angle camera

ムはリヤシートのフレームを流用し、リヤシートベルトの穴にはトレイを照らすライトを設けることによりサイドライニングを共用化し、二つの異なるパッケージングを両立させた。

5.2. リヤワイドカメラ

リヤビューカメラは、さらなる使い勝手の向上のために視野角度を従来の 130°から 180°に広げたワイドカメラを開発した。そのカメラの表示画像を Fig. 23 に示す。

180°の画面を単純に映し出すだけでは、魚眼レンズのように非常にひずみが大きく、対象物が認識しづらくなってしまう。

そこで、画面に映し出される後方および側方180°の車両の大きさを規定した。そのうえで中心付近の画像は従来のカメラと同等の映像で、かつ、画面を横切る物体の軌跡は直線的になるように画像処理をおこない、違和感なく広範囲の認識を可能にした。

6. むすび

我々の創り上げた CR-Z は、低くスポーティなスタイリング、軽快で意のままに操れるハンドリング、そしてハイブリッドによる新感覚加速フィールにより、新しい時代のスポーティ感を表現できた。さらに低燃費で日常の使い勝手も考慮したことにより、日常と非日常をその日の気分によって使い分けでき、車本来の楽しさを味わえる新しい価値を持った車に仕上げる事ができた。

お客様に自動車本来の走る喜びと所有する喜びを十分に感じていただけたと思う。「スモールスポーツの新価値創造」へ我々が出した答え「CR-Z」が、より多くのお客様に理解していただけたと確信している。

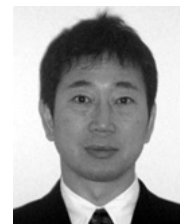
■ 著 者 ■



石川 昌宏



細田 正晴



高橋 潤



小野寺和夫



宮原 啓輔



松井 充