

特集：新型マツダアクセラ

3

新型アクセラの軽量ボデーシェル開発 ～SKYACTIV-BODYの更なる進化～

Development of New AXELA Light Weight Body Structure

～Further Evolution of SKYACTIV-BODY～

中村 岳司*1
Takeshi Nakamura
玄道 俊行*4
Toshiyuki Gendo

森本 誠*2
Makoto Morimoto

田中 潤一*3
Junichi Tanaka

要約

新型アクセラは、CX-5・アテンザに続き、デザインテーマ「魂動」を、よりエネルギーで躍動的に進化させたエモーショナルなデザインに、優れた実用性を兼ね備えた商品である。CX-5・アテンザの市場導入によってブラッシュアップしたSKYACTIV-BODYに更に磨きをかけることで、スポーツコンパクトとして秀でた運動性能を実現することを目指した。本稿ではこの高い運動性能とデザイン意図を忠実に表現するためのベースとなる軽量・高剛性ボデー開発について、その実現手段を紹介する。

Summary

Following the Mazda CX-5 and the Mazda ATENZA, All-New AXELA is Mazda's another SKYACTIV-BODY product that is superior in usability and embodies the design theme "KODO" in a more energetic and dynamic manner. New AXELA was aimed at realizing a superior dynamic performance as a Sport Compact Car by further honing the SKYACTIV-BODY that had already been brushed up since the launch of CX-5 and ATENZA. This paper outlines development activities for a light-weight high-rigidity body structure, which is the basis for the high dynamic performance and emotional design of the New AXELA.

1. はじめに

新型アクセラはセダン、ハッチバックの2つのモデルを持つマツダの主力車種である。双方とも現行モデルに対し各性能を飛躍的に向上させながらホワイトボデー質量はベストインクラスとすべく、CX-5、アテンザで熟成してきたSKYACTIV-BODY^①の更なる進化を求め開発した。

同時に魂動デザインコンセプトを、よりエネルギーで躍動的に進化させ、見る者の心を瞬間的にとらえて魅了するような圧倒的な造形美と優れたパッケージングの両立を目指した。

構造体として最適なフレームワークを採用し、構造部材一つ一つの性能に対する寄与度を分析し、最適化を図り、高張力鋼板の使用拡大を行うことで、高剛性で、かつ軽量ボデーシェルを実現した。本稿ではこの軽量化の考え方・手法を紹介する。

2. 新型アクセラのSKYACTIV-BODY

新型アクセラでは、SKYACTIV-BODYの考え方を踏襲しつつ、CX-5、アテンザから以下の項目について進化させた。

2.1 マルチロードパスの進化

新型アクセラでは、マルチロードパスの考え方を更に進化させることで、これまで寄与の薄かった部材にも機能配分を行い、薄板化を実現した。例えば、Cピラーレインフォースメントとルーフレールレインフォースメントを結合することでリヤヘッダへのロードパスを追加した。この構造の採用により側面衝突時にBピラーレインフォースメントからの荷重をルーフ部へ効率よく伝えることができる (Fig. 1)。また、#3クロスガセットの稜線を直線的に通すことで部品の耐力を高め、サイドシルの侵入を抑制する構造とした (Fig. 2)。

*1～4 ボデー開発部
Body Development Dept.

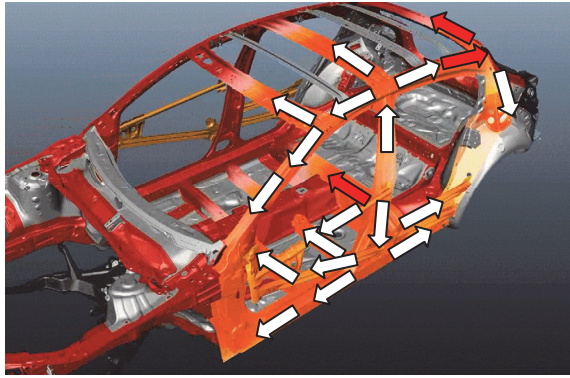
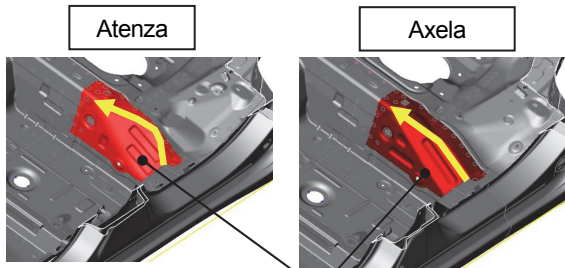


Fig. 1 Multi-Load Path Concept



#3 Cross member Gusset

Fig. 2 #3 Cross Member Gusset Structure

2.2 連続構造の進化

ハッチバックモデルのリアアップボデーについては現行モデルに対し、リアヘッド前方移動によりリヤピラーを前傾させたデザインとしている (Fig. 3)。同時に斜め後方視界確保のため、リヤドア開口を拡大した。その結果、車体剛性に対する寄与が高いリヤピラーコーナ部断面は減少しデザイン・パッケージの両立という観点で大きな課題を抱えることとなった。車体性能・デザイン・パッケージを高次元でバランスさせるため、リヤピラーインナとCピラーレインフォースメントで構成する閉断面をリヤヘッド断面に連続させた。かつ、リフトゲート開口側部の閉断面もリヤヘッドへ結合させ適正な構造とした (Fig. 4)。

結果、デザインコンセプトを崩すことなく斜め後方視界を向上させながら、現行モデルに対しねじり剛性を50%アップさせ (Fig. 5)，アップボデーで2.6kgの質量低減を実現した。

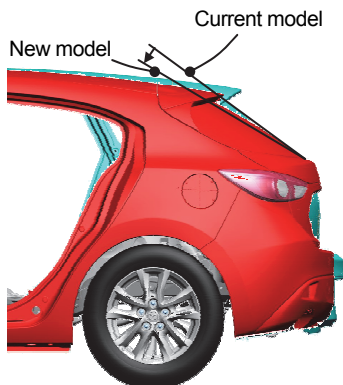


Fig. 3 Rear Body Appearance

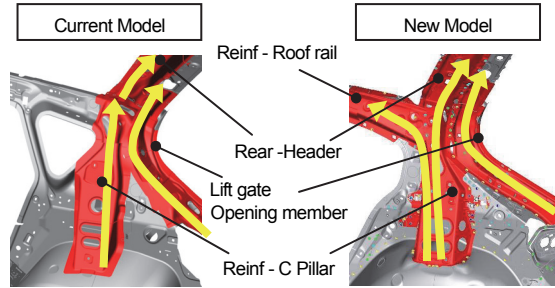
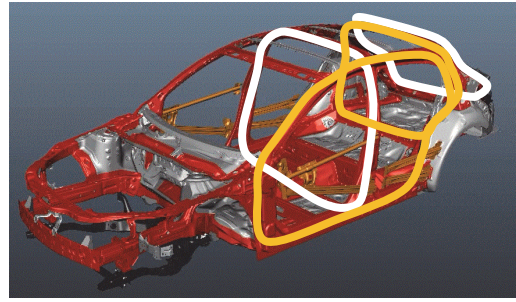


Fig. 4 Ring Structure

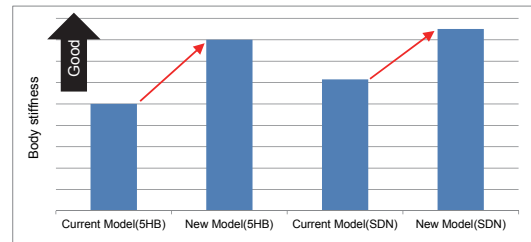


Fig. 5 Body Stiffness (Current Model vs. New Model)

2.3 節 (断面変形抑制部材) 構造の進化

フレームの機能 (剛性確保・衝突時の耐力確保等) を最大限に発揮させることを目的とし、多節構造を採用した。サイドシル断面内には各ピラーとの接合部位とピラー間の適切な部位に多様な節を配置し、各モードでの断面崩れを抑制させ部材本来のポテンシャルを引き出した。リフトゲート開口部は C ピラーレインフォースメントを上部へ連続させ、リヤエンドメンバは両サイドを延長し節の機能を持たせ、リフトゲート開口の対角変位を低減させた (Fig. 6)。

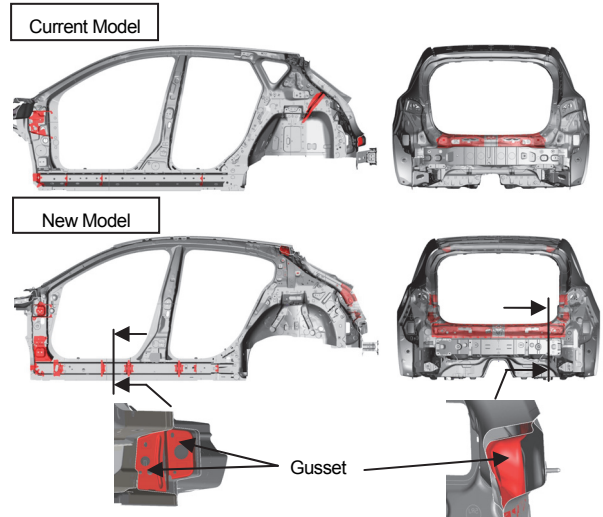


Fig. 6 Superior Gusset Structure

3. 軽量化

3.1 ウェルドボンドの適用拡大

ウェルドボンドの適用については、CX-5・アテンザで適用していた部位に加え、ダッシュロアとアッパ接合部、リヤヘッダ部へ適用を拡大し、部材の結合部の強化を図った。これにより、新たな部材を追加することなくロードノイズ低減と剛性を向上させた (Fig. 7)。

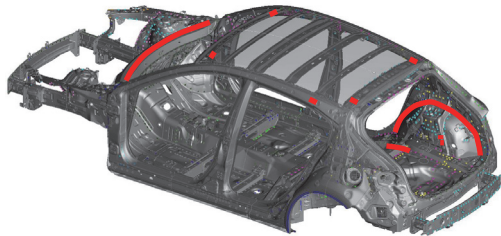


Fig. 7 Weld Bonded Area

3.2 ハイテン材, ホットスタンプ使用による軽量化

(1) ハイテン鋼板材 (高張力鋼板材)

車体剛性から必要な板厚を定め、その上で衝突性能から、エネルギー吸収させたい部位と、変形させたくない部位を見極めて高張力鋼板 (引張強度が440MPa以上の鋼板) を適用した。高張力鋼板適用率 (質量比) は現行モデル50%に対し60%に拡大させた。中でも衝突への寄与が高いサイドシルレイフォースメントを590MPaから980MPa, フロントピラーレイフォースメント, ルーフレールレイフォースメント, #3クロスメンバを590MPaから780MPaにグレードを上げ衝突性能を向上させた (Fig. 8)。

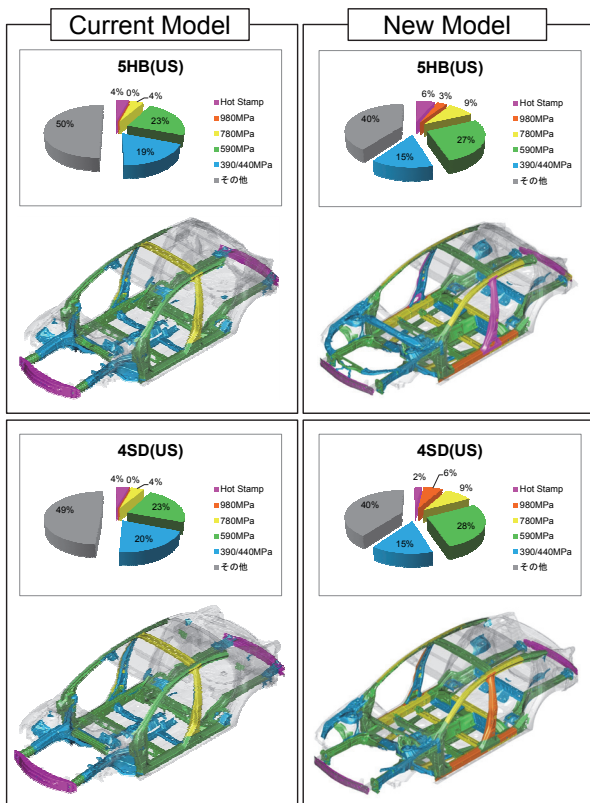


Fig. 8 High-Tensile Steel Usage Rate

(2) ホットスタンプの採用

新型アクセラでは、優れた側面衝突性能と軽量化を両立するため、一部のモデルに対し B ピラーレイフォースメントにホットスタンプを適用した。

ホットスタンプのスポット溶接部は、熱影響部 (HAZ : Heat Affected Zone) が軟化することが一般的に知られており、フランジ部がスポット溶接されたハット部材の曲げ試験では、HAZ 軟化部に応力集中シラックが発生する事例^②も報告されている。B ピラーレイフォースメントの設計では、側面衝突時におけるフランジ部のスポット溶接部の応力緩和を目的として、B ピラー下部の断面形状の適正化を行った (Fig. 9)。

その結果、980MPa ハイテン材を用いた構造に対し、一部のレイフォースメントが廃止でき、2kg の軽量化を実現した (Fig. 10)。

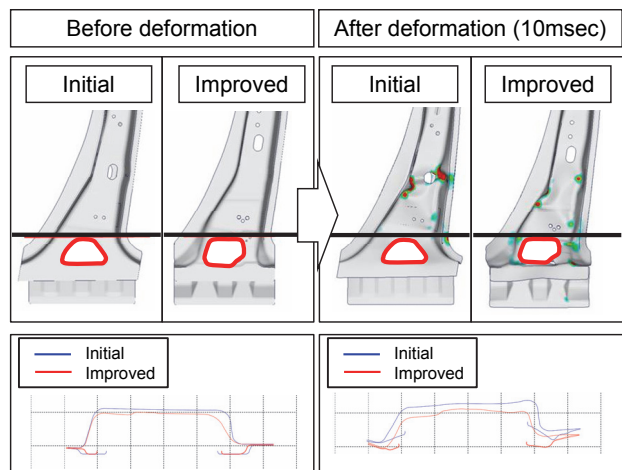


Fig. 9 Hot stamp B-Pillar Analysis Results

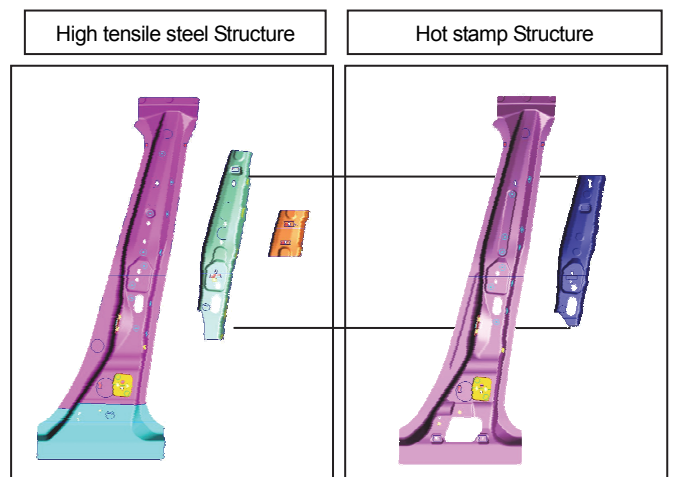


Fig. 10 B-Pillar Appearance

3.3 樹脂部品の軽量化

新型アクセラにおいては、車体のみでなく樹脂部品においても必要機能を明確にし、機能の量から部品に必要な形状、板厚を決めた。その例を以下に示す。

(1) マッドガード適正化

マッドガードの機能として、泥よけ・風圧・走行時の負圧による入力に耐えること、車体へのチップング防止等がある。このようなさまざまな入力に対し、解析、実車での評価を駆使し剛性に対して効率的なビード形状・位置・締結位置を導き出した (Fig. 11)。これを採用することで、マッドガードの薄板化が可能となり、機能を満足させながら、現行モデル比約 20%の軽量化を行った。また、その他の樹脂部品においても同様の考え方を踏襲し設計を行った。

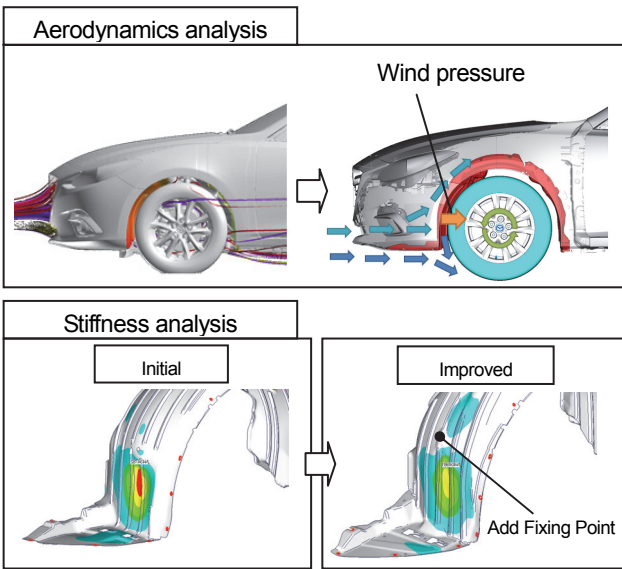


Fig. 11 Mud-Guard Analysis Results

3.4 ボデーシェル質量

新型アクセラは、SKYACTIV-BODYの考え方を取り込み、更なる構造適正化を進めた結果、ベストインクラスのボデーシェル質量を達成した (Fig. 12)。

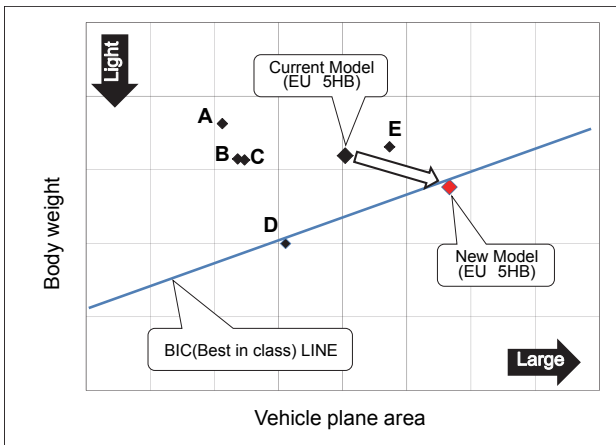


Fig. 12 Vehicle Weight Per Projected Area

4. 魂動デザインの実現

デザインコンセプトを実現させるために、現行モデルに対しフロント・オーバーハングを 45mm 短縮 (Fig. 13)、リヤ・オーバーハングはハッチバックモデルを 35mm、セダンは 30mm の短縮を行った (Fig. 15)。

4.1 フロントボデー構造

通常、フロント・オーバーハングを短縮した場合、前面衝突時のエネルギー吸収長が減少するため、補強追加により質量が増える。新型アクセラではストレートフレームを最大限に機能させるためにフロントフレームとエプロンレイフォースメント・アップとをつなぐサイドステーの強化とフロントサスペンションタワー後部にエプロンガセットを設定し正面衝突時の折れモードの適正化を行った。

また、フロントサスペンションタワー前部のエプロンレイフォースメント・ロアを裾広がり形状にすることにより悪路走行時の変形抑制を行った。結果、フロントボデー質量は、現行モデル比で 15.3kg の軽量化を実現した (Fig. 14)。

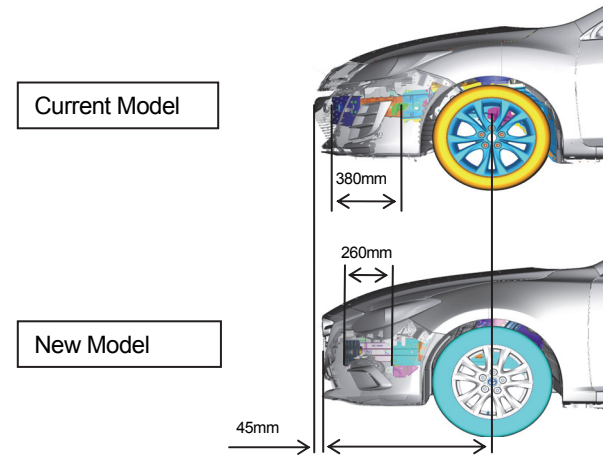


Fig. 13 Front Over Hung

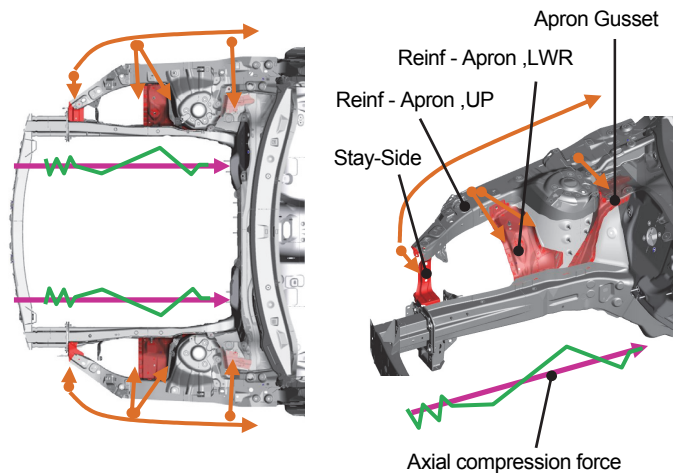


Fig. 14 Front Body Structure

4.2 リヤボデー構造

リヤ・オーバーハングを短縮した場合も後面衝突時のエネルギー吸収長が減少するため、補強追加等の質量増が必要となる。リヤ・オーバーハング短縮と軽量化を両立させるため、エネルギー吸収効率を向上させることに着目し、リヤサイドフレーム断面内にレインフォースメントを設定し、両側のフレーム間に#4.5 クロスメンバを渡すことでモードコントロールを行った。結果、リヤボデー構造の質量増を最少化した (Fig. 16)。

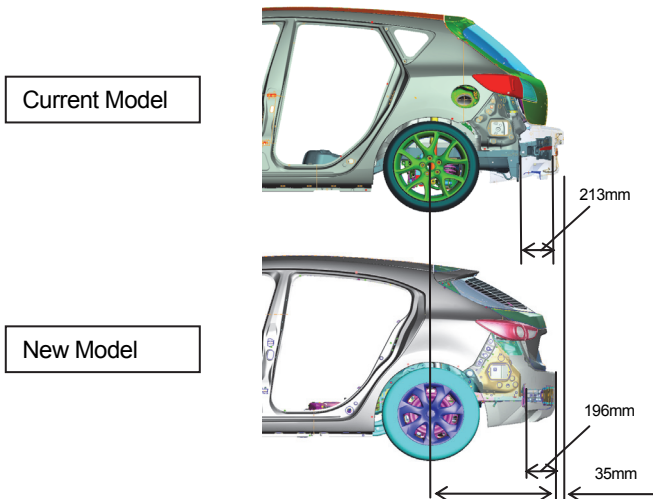


Fig. 15 Rear Over Hung (5HB)

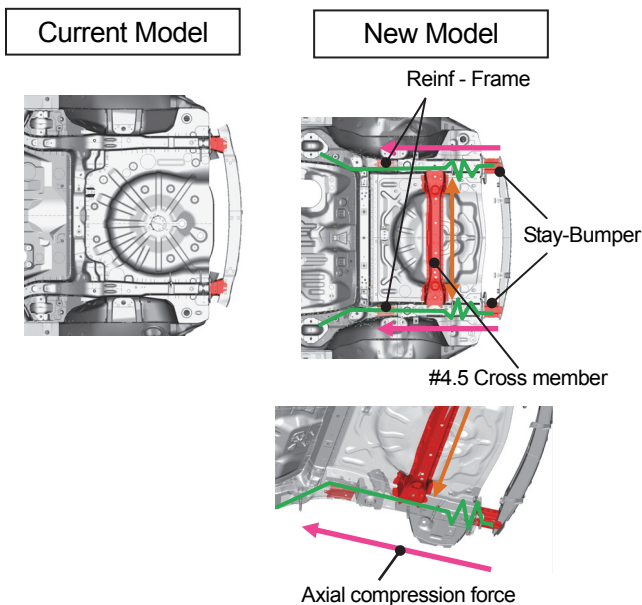


Fig. 16 Rear Body Structure

5. おわりに

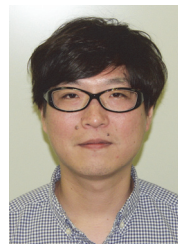
以上がSKYACTIV-BODYの更なる進化を目指し開発した新型アクセラの主なボデー構造である。新型アクセラは現行モデルからサイズアップしながら、衝突性能や車体剛性といったパフォーマンスを飛躍的に向上させベストインクラスのホワイトボデー質量を達成した。

開発過程においてさまざまな問題に直面したが、企画・デザイン・実研・開発・生産技術及び製造部門が一丸となって活動することで高い目標を達成することができたと考える。今後もお客様により良い商品を提供できるよう、全社一体となって努力する所存である。

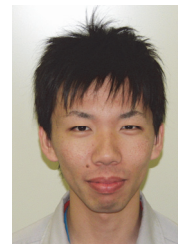
参考文献

- (1) 木村隆之ほか：SKYACTIV-Body, マツダ技報, No.29, pp.61-67 (2011)
- (2) 富士本博紀ほか：熱間プレス鋼板, 高張力鋼板の抵抗溶接性, 溶接技術, 3月号, pp.48-53 (2011)

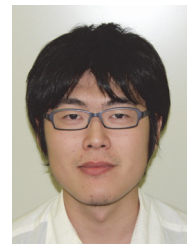
■ 著 者 ■



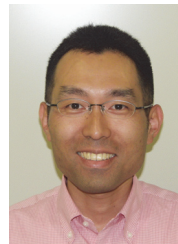
中村 岳司



森本 誠



田中 潤一



玄道 俊行