

論文・解説

16

“SOUL RED”の開発 Development of “SOUL RED”

中野 さくら^{*1}
Sakura Nakano

久保田 寛^{*2}
Hiroshi Kubota

篠田 雅史^{*3}
Masafumi Shinoda

要約

マツダは赤のボデーカラーに対し、常に新しい色域（質感）の開発に挑戦し、それを実現させてきた。近年も、コンセプトカーの『勢（MINAGI）』、『雄（TAKERI）』のボデーカラーに高彩度のレッドを採用している。これらの塗色は、“鮮やかさ”と“深み”を兼ね合わせた質感をもっており、新デザインテーマの「魂動」を表現している。今回、新型アテンザに採用したソウルレッドカラーはコンセプトカー同様の“鮮やかさ”と“深み”の質感をもつ塗色として新たに開発を行った。このソウルレッドカラーは今までにない新しい塗膜構成を採用しており、発色に寄与しているベース層を下層の反射層と上層の半透明の着色層に分けることで、“内から発せられたような鮮やかな赤”という目標意匠を具現化した。また、本塗色は塗装工程の緻密な制御による塗装膜厚の均一化等で生産上の課題を解決し、狙いの色相と生産性を両立した。

Summary

Mazda has been dedicated and committed to develop “red” as a body color. The recent concept cars: “MINAGI” and “TAKERI” are painted in high-chroma red. Those red body colors share common feels of “vividness” and “deepness” and express “KODO,” the new design theme. Soul Red adopted in the New Atenza is a newly-developed paint color, which offers “vivid” and “deep” feels as in a concept car. This new color employs unprecedented coating constitutions dividing the base coat, which contributes to the color development, into two layers: the lower reflective layer and the upper semi-transparent layer to embody the design intent to make this vivid red appear as if it is glaring from inside. Furthermore, the mass-production of Soul Red results from overcoming production challenges by making the paint film uniform through meticulous paint process control and achieving productivity equivalent to conventional paints.

1. はじめに

マツダは“赤いファミリア”や MPV, RX-8 に代表されるように、これまで赤のボデーカラーは、色や質感にこだわりをもって開発を進めてきた。新型アテンザに設定されたソウルレッドカラー（Fig.1）は、新デザインテーマの「魂動」を体現した、躍動感あふれる造形美を表現するため、これまでにない新しい質感を量産工程で安定的に実現することを目標に開発を進めた。塗色を開発・生産する関係部

門の挑戦的な取り組みの結果、究極の高彩度レッドを高い質感と生産性を両立して実現することができた。本稿では、ソウルレッドカラーの開発に関する技術の概要について説明する。

*1, 2 技術研究所
Technical Research Center

*3 車両技術部
Painting, Trim&Final Assembly Engineering Dept.



Fig.1 SOUL RED Color

2. 開発目標

2.1 狙いの色・質感

今回のソウルレッドでは、デザインテーマ「魂動」により、“内から発せられたような鮮やかな赤”の色の実現に向け、“ハイライトの鮮やかさ”と“深み”を有する塗色の開発を行った。ここで、“深み”とは、目視した際に塗膜の奥深くから光の反射があるように感じることである。この質感をボデーカラーで表現するには、ハイライトの鮮やかさに加えて、観察角度による色の変化（陰影）が重要であり、正反射付近（ハイライト部）で、光の反射が強く感じられ、それ以外の部分（フェース～シェード部）では光の反射を感じない程に暗くなる必要がある。ハイライト、フェース及びシェードの観察角度を Fig.2 に示す。

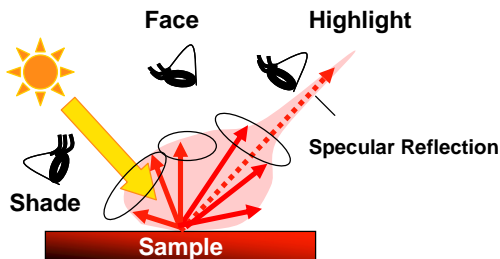


Fig.2 Angle to Observe

2.2 質感の定量化

狙いの色を短期間に確実に開発するためには、質感のレベルを開発関係者間で共有化できる指標が必要であり、塗色ごとにポイントとなる質感を数値に落とし込まなければならない。そこで、塗色開発に先立ち、前項で述べた“鮮やかさ”や“深み”の質感に対し、人間の感覚の定量化を行った。Fig.3 にソウルレッドの開発で用いた質感マップを示す。このマップは様々な光学的な測定値とデザイナーの目を見た感覚の関係から新たに“鮮やかさ”と“深み”の指標を設定し、他社のレッドも含めてポジショニングしたものである。この2つの指標を用いることで、赤系の塗色に対し、質感の特徴を1つのマップ上で把握することが可能となった。

Fig.3 には、他社のボデーカラーとマツダのこれまで量産してきた赤系のボデーカラー（図中の赤丸）を記載した。トゥルーレッドは、際立った“鮮やかさ”をもつ色で、白色の中塗り層と、赤顔料が入ったソリッドカラーベース層により、構成されている。ベロシティレッドは、“鮮やかさ”とマイカ特有の“輝き”が特徴的な色で、赤のソリッドベース層と、光輝材であるマイカの入った半透明のベース層で構成されている。ジールレッドは光輝材であるアルミフレークを入れることで、陰影が増し、“深み”を有する（Fig.4）。

これらに対し、ソウルレッドカラーは今までにない高いレベルで“鮮やかさ”と“深み”の両立を狙っており、Fig.3 において、鮮やかさと深みが量産色よりも高い斜線範囲を開発色のターゲットに設定した。

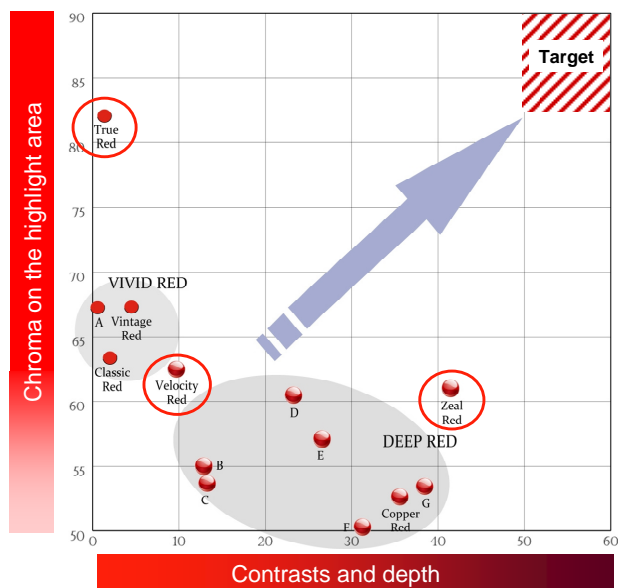


Fig.3 The Quality Level of Red Colors and Target

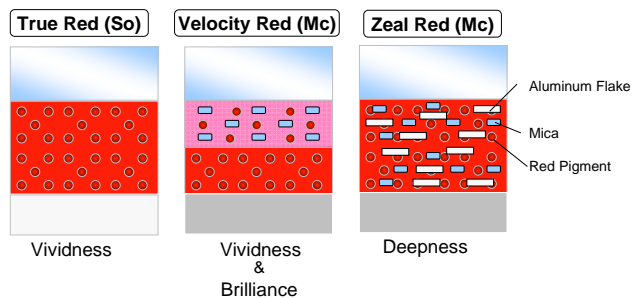


Fig.4 Mass Production-Colored Coating Constitution

3. 開発コンセプト

3.1 目標質感に対する理想的な光学特性

“鮮やかさ”と“深み”の質感を発色させるための理想の光学特性（分光反射率）を Fig.5 に示す。狙いの発色の一つのポイントは、物体に当たる可視光（光の波長：400～700nm）のうち、赤以外の光（波長：400～570nm）の反射を抑え、余分な光の混ざりをなくすことで、よりクリア

で高彩度な赤色にすることである。二つ目のポイントは、赤い光（波長：600～700nm）に対し、ハイライトとシェードの反射率の差を大きくすることによって、“ハイライトの鮮やかさ”と“深み”を実現できると考えた。

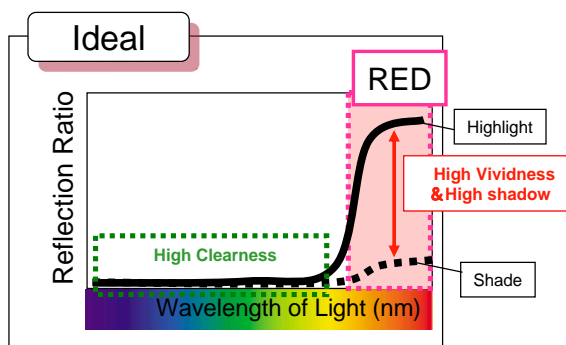


Fig.5 Spectral Reflectance

3.2 新たな塗膜構成について

前項の理想的な光学特性を実現するために、新たな塗膜構成を創出し、目標質感を実現することを検討した。顔料や光輝材の濃度が増えすぎると塗膜品質が低下するという課題があり、前章で述べた赤顔料の多く入ったトゥルレッドがもつ“鮮やかさ”とアルミフレークが多く入ったジールレッドがもつ“深み”を、単層で両立させることは困難である。そこで、ベース層を顔料の入った着色層とアルミフレークの入った反射層に機能分配することで“鮮やかさ”と“深み”の両立を図った。ソウルレッドの塗膜構成を Fig.6 に示す。これは従来にない新しい塗膜構成となっており、第1ベースの反射層で反射された光が、第2ベースの赤の半透明層を透過することで、塗膜の奥深くから反射がある感じを有することができる。ソウルレッドカラーの第1ベース塗料には、ハイライトでの強い反射と高い陰影が望める高輝度アルミフレークを、また、第2ベース塗料には鮮やかな発色が望める赤の高彩度顔料を配合した。

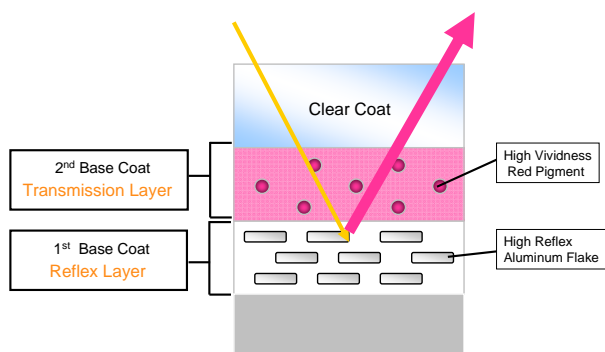


Fig.6 Coating Constitution

(1) クリアな発色のための工夫

Fig.6 に示した塗膜構成において、第2ベースで赤以外の光を完全に吸収することが可能であれば、濁りのないクリアで高彩度の発色が期待できる。しかし、第1ベースからの反射を活かして高い彩度を得るためには、第2ベースの透明性を確保することが必要であり、第2ベースの顔料だけでは、Fig.7 に示す通り、赤以外の光の吸収が十分でない。そこで、その対策としてソウルレッドカラーは第1ベースにも赤の顔料を入れることで、赤以外の光の吸収を補い、赤以外の光の混ざりをなくし、クリアな発色を実現することを検討した。今回、実際に採用した塗膜構成を Fig.8 に示す。

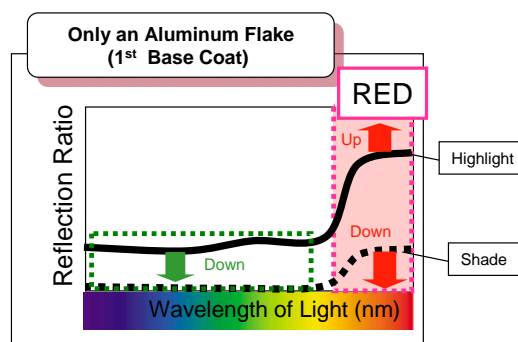


Fig.7 Spectral Reflectance In Case of Only an Aluminum Flake

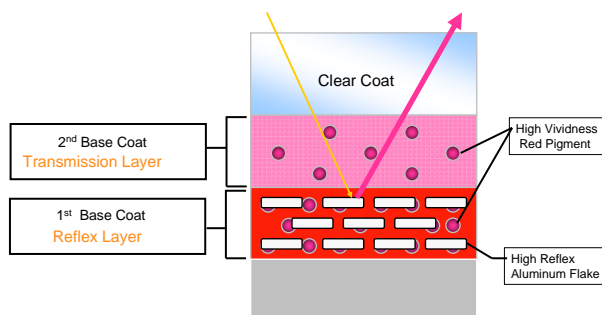


Fig.8 Coating Constitution of Production Color

(2) 鮮やかな発色と高陰影（深み）の両立の工夫

鮮やかな発色と高陰影を実現させるために、第1ベースに含まれるアルミフレークの配向性を良くすることを検討した。Fig.9 にアルミフレークの配向と反射光分布の関係を示す。アルミフレークの配向が悪い場合、拡散される光が多くなり、ハイライトとシェードの反射量の差が小さいために、陰影が弱くなる。一方、アルミフレークの配向が良いと拡散される光が少ないために、正反射付近への反射量が多く、正面からシェードにかけては反射量が少なくなる。したがって、ハイライトとシェードでの反射量の差が大きいため、陰影が大きくなる。本開発では、塗料の粘性制御と塗装条件の影響を明らかにすることによって、第1ベースのアルミフレークの配向性の向上を図った。

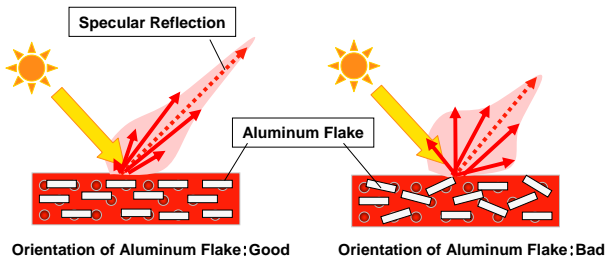


Fig.9 Distribution of the Reflected Light

4. 結果

4.1 クリアな発色

第1ベースと第2ベースに添加する赤顔料の濃度を变化させ、ハイライトにおける赤以外の光の平均反射率との関係を調べた。その結果を Fig.10 に示す。実験では、第1ベースの上に第2ベースを塗り重ねた塗板を作製し、分光反射率を測定した。目視により、色域外（赤以外の光）の平均反射率を0.5%以下にすることで、濁りのないクリアな赤が得られることがわかった。そして、第2ベースの顔料濃度に関係なく、クリアな発色をさせることができる第1ベースの赤顔料の濃度範囲が明らかになった。

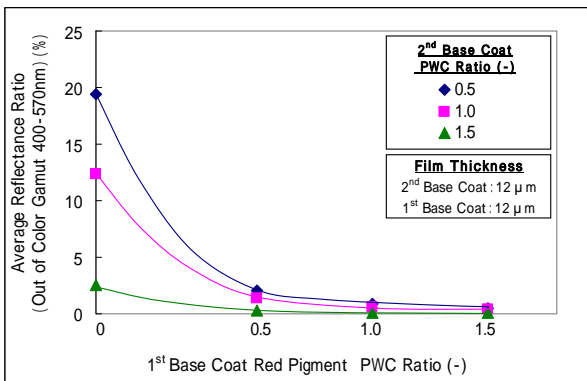


Fig.10 Relations of Red Pigment PWC and Average Reflectance Ratio of Out of Color Gamut

4.2 鮮やかな発色と高陰影

陰影と深みをつけるために、第1ベースの塗装条件（塗装機のシェーピングエア流量と回転数）の最適化と粘性制御剤での粘度調整により、アルミフレークの配向性を向上させた。アルミフレークの配向と総合膜（第1ベース+第2ベース+クリア）における彩度の関係を調べた結果を Fig.11 に示す。用いたサンプルは、配向性に最も影響が大きいとされるシェーピングエア流量を第1ベース塗装時に变化させて作製したものである。ここで、配向性の指標には配向と相関がある FI (Flop Index) を用いた。Fig.11 よりアルミフレークの配向性が良いほど、ハイライトの彩度が高くなり、またシェードとの差が大きくなることわかった。

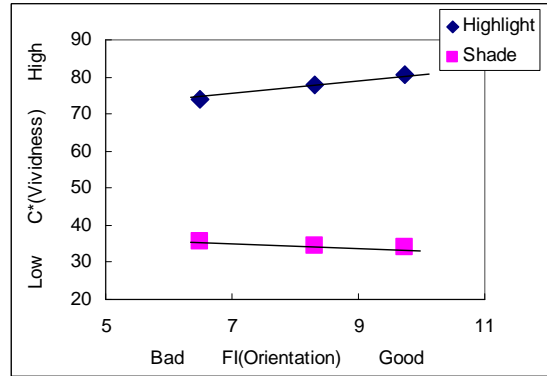


Fig.11 Relations of Orientation of the Aluminum Flake and the Chroma

4.3 開発色の質感レベルと塗膜構成

今回開発したソウルレッドの質感について、測定した結果を Fig.12 に示す。この図から明らかなように開発色は“ハイライトの鮮やかさ”と“深み”を両立できており、初期に掲げた、「魂動」が感じられる突き抜けた高い目標を達成することができた。

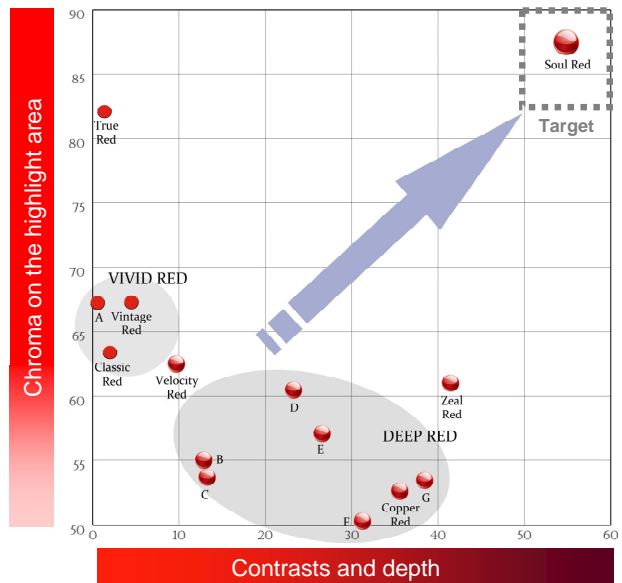


Fig.12 Result of Color Quality Level of the Soul Red Color

最終的な塗膜の断面図を Fig.13 に示す。上層の半透明層（2nd Base Coat）とアルミフレークの配向性が良い反射層（1st Base Coat）で構成されていることが確認できる。

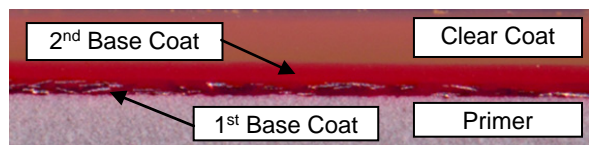


Fig.13 Cross Section Picture of Soul Red

5. 生産性

ソウルレッドカラーは全く新しい塗膜構成により、高い質感を実現しているが、上層の半透明層と下層の反射層の2層で発色させているため、他色に比べ、生産性に大きな課題があった。主な課題は以下の4点である。

- 1) 上層の半透明層の膜厚の差による“色むら”の発生
- 2) 静電効果によりエッジの膜厚が厚くなることによる“額縁むら”の発生
- 3) 下層の反射層のアルミフレークの配向の乱れによる“アルミむら”の発生
- 4) 2種類のベース塗料を使用することによる、“内板部への入り込みによる見映え低下”

課題の原因と対応策を Table 1 にまとめた。これらの課題を解決することで、高い質感を維持しながら従来塗色と同等の生産性を確保することができた。

Table 1 Issues and Countermeasures of Paint Process

Issues	Causes	Countermeasures
1) Color irregularity	Appearing of the irregularity by the film thickness differences of the half transparent layer	Equalization of the painting film thickness by introduction of the special paint program
2) Frame irregularity		
3) Aluminum irregularity	Appearing of the irregularity by disorder of the orientation of aluminum flake	<ul style="list-style-type: none"> ・Control of paint viscosity ・Optimization of the paint condition
4) Deterioration of the inner panel appearance	Deterioration in an appearance by getting into to inner panel of two different base paint	<ul style="list-style-type: none"> ・Change of B-pillar shape ・Use of the special paint for the inner panel

6. まとめ

今回のソウルレッドの開発では、以下の3つの取り組みにより、生産性を維持したまま、ハイライトの鮮やかさと深みを両立する高い質感のカラーを量産導入することができた。

- 鮮やかさと“深み”の質感に対する新たな定量指標の設定
- 着色層と反射層で構成した新しい塗膜構造の実現
- 質感を発揮するための塗料配合と塗装膜厚均一化

今後も、今回の開発で得た知見を基に、他社に先駆けて新たな質感をお客様に提案し続けられるように、社内外の関係部門とともに新色開発に取り組んでいきたい。

著者



中野 さくら



久保田 寛



篠田 雅史