

高輝度シルバーメタリック塗装の開発

Development of Super-brilliant Silver Metallic Coating

小川 剛志*

Takeshi OGAWA

能見 恵美*

Emi NOUMI

居原 理*

Satoru IHARA

倉田 祐介*

Yuusuke KURATA

要 旨

自動車塗装の意匠性向上を目的として、高輝度を有するシルバーメタリック塗料技術を開発した。高輝度を有する塗装は一部の車両に適用されているが、特殊な顔料の適用や複雑な塗装工程設定が必要なため、大量生産には不向きであった。本技術では、下層への溶媒浸透により光輝顔料を最適に配向させる塗料特性を見出すことによって、現状適用されている顔料および、量産塗装工程を用いて高い意匠を達成した。これにより、従来のシルバーメタリック塗色に比べ、2倍の光輝性と顔料粒子が見えない意匠が得られた。

ABSTRACT

A technique has been developed to achieve increased brilliance in a silver metallic automotive coating. Super-brilliant coatings have been employed in the past, but the necessity for special pigments and complex paint shop processes has made it difficult to use them in mass production. The new technique exploits characteristics of the paint to achieve optimum orientation of the brilliance pigment. This results in increased brilliance when using conventional pigments and paint shop processes. The new technology produces two times the brilliance of conventional silver metallic paints, and the pigment particles cannot be individually seen, resulting in a superior finish.

1. はじめに

最近の自動車塗装のカラー動向を Fig. 1 に示す。これから、シルバーメタリック塗色は、市場ニーズが高い塗色であり、常に安定した販売比率を維持した塗色であることがわかる。また、ここ数年で販売比率が非常に大きくなっており、従来以上に市場ニーズが高まっている。一方、シルバーメタリック塗色の意匠変遷を Fig. 2 に示す。この図から、正面の輝きおよび、影となる部分とのコントラストを際立

たせる意匠進化がみられ、高級感を演出する本物の金属に近づけた塗色開発がおこなわれている。この意匠進化が市場での強い支持を得られるに到った一因となっていると考えられる。

最近では、従来から塗色進化したシルバーメタリック塗色がモーターショー等の展示車や少量の生産車で見られるようになってきた。ここでは、高い輝きとコントラストと共

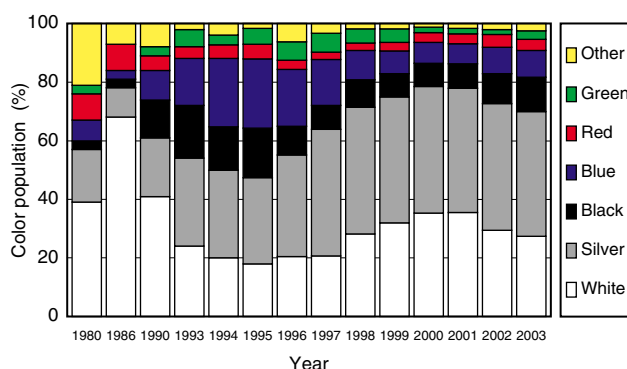


Fig. 1 Domestic (Japan) color trend for automotive bodies

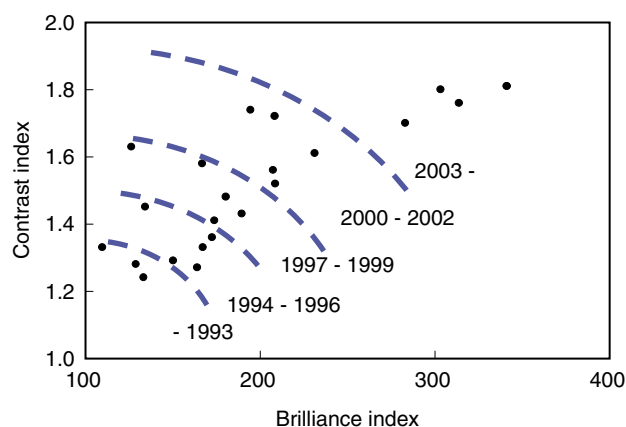


Fig. 2 Evolution of silver metallic color at Honda

*栃木研究所

に、顔料の継ぎ目(粒子感)が目立たないものとなってきた。しかし、これらの高輝度で粒子感を低減したシルバーメタリック塗色は、複雑な塗装工程⁽¹⁾や特殊な顔料⁽²⁾、⁽³⁾が必要であるため、生産性に対する高いハードルが存在する。

本稿では、大量生産ラインにて生産可能な高輝度でかつ、粒子感を低減した高輝度シルバーメタリック塗装システムの開発について紹介する。

2. シルバーメタリック塗色生産の現状と課題

自動車ボデー塗装は、一般的には Fig. 3 に示すような4層の塗膜構成となっている。シルバーメタリック塗色の輝きは、ベースコート層に含有しているアルミニウム顔料により光が反射することで発現している。アルミニウム顔料の配向状態を確認するため、現行塗装とアルミニウム顔料を配向させた塗装の塗膜表面写真を Fig. 4 に示す。この写真では、水平配向した顔料は白く、また、乱れた配向の顔料はグレーで表現されている。このことから、現行塗装の顔料が均一な並びとなっていないことがわかる。アルミニウム顔料を配向させた塗装では、顔料の均一な配向となっており、同時に高い輝度と粒子感の低減が得られた。このことから、現塗装システムは顔料配向の不均一性により、アルミニウム顔料が有する光輝特性が十分に発揮できていないことがわかる。

アルミニウム顔料の均一な配向を得る手法として、塗料の体積減少効果が一般的に知られている。これは、塗装後に溶媒である水が揮散し体積が減少すると共に、鱗片形状を

している顔料の配向が拘束されて均一化するものである (Fig. 5)。しかし、ベースコートの体積減少を大きくすることは、すなわち塗料を希釈する(塗料粘度が低下する)ことであり、結果として塗料が流動しやすい状態となる。したがって、塗料中の顔料が自由に動きやすい状態となり、均一な顔料配向を得にくい。

このように、体積減少効果と塗料粘度のトレードオフ関係が存在しているため、均一な顔料配向が困難であった。

本稿では、下層への溶媒浸透によって体積減少効果と塗料粘度を両立化させる技術について以下詳細を述べる。

3. アルミニウム顔料の高配向技術の開発

3.1. システム設定

体積減少効果と塗料粘度の両立化を解決するため、Fig. 6 に示すように、従来1層であるベースコートを2層化して、それぞれの層に機能付与することを考えた。ベースコート塗装工程は、塗装膜厚を確保するため、Fig. 7 のように塗装

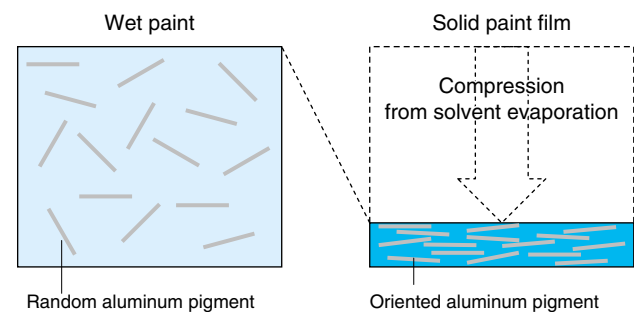


Fig. 5 Effect of shrinkage of paint layer

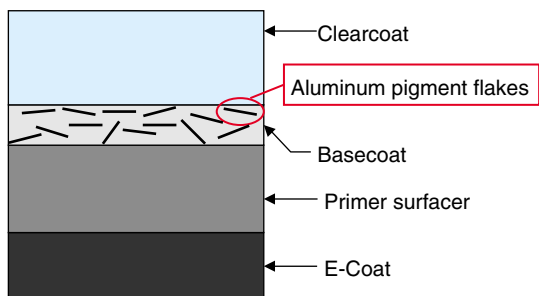


Fig. 3 Standard layer structure of body paint

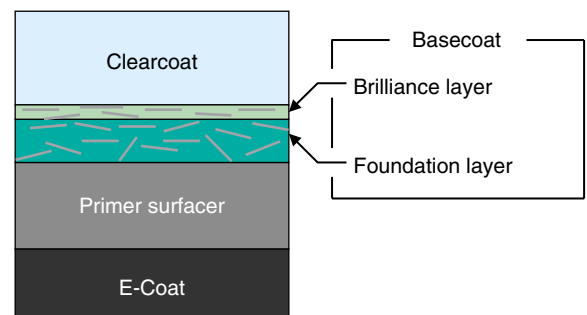


Fig. 6 Layer structure of new basecoat system

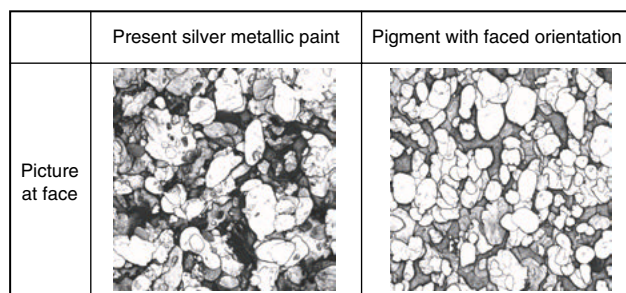


Fig. 4 Arrangement of aluminum pigment flakes in basecoat

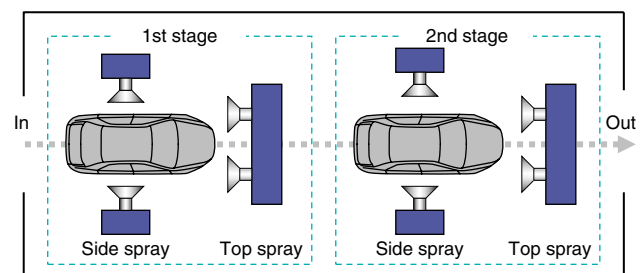


Fig. 7 Paint facility layout in basecoat booth

工程を2ステージに分割し、それぞれのステージで、同じ塗料を塗装している。従って、ベースコートに2層化して2種類のベースコート塗料を塗装する手法は、量産性を阻害しない。本システムでは、第1ステージと第2ステージで適用するベースコート塗料をそれぞれ、下地ベース塗料、意匠ベース塗料と呼んでいる。

意匠ベース塗料の機能は意匠発現であり、これは前述のアルミニウム顔料配向原理で述べた塗料体積減少効果を大きくとる設定とするため、塗料の低固形分化を検討した。また、下地ベース塗料には、意匠ベース塗料中のアルミニウム顔料の流動を抑制する機能を付与するため、粘性制御手法を検討した。具体的には、高い固形分の下地ベース塗料と低い固形分の意匠ベース塗料を組み合わせることで2つの塗料間に固形分差つけて、意匠ベース塗料の水分が下地ベース塗料に移行すると共に意匠ベース塗料の固形分上昇をさせるのである。これに伴い、意匠ベースの粘度が上昇することで、アルミニウム顔料の流動を押さえる。

本システムの原理から考慮すると、主要因となる塗料設定パラメータは、「下地ベース塗料固形分」と「意匠ベース塗料粘度」の二つであるが、予備実験でその他の塗料パラメータについても検討した結果、「意匠ベース塗料のアルミニウム顔料含有量」及び、「下地ベース塗料と意匠ベース塗料間の溶解度パラメータの差」についても検討が必要であることがわかってきた。本システムの検討に当たっては、下地ベース塗料及び、意匠ベース塗料の単独での適用では、顔料の高い配向性が得られないため、四つの塗料パラメータの検討を二つのベースコート塗料の組合せた状態で評価した結果を述べる。

3.2. 下地ベース塗料固形分

始めに水性塗料の塗料固形分変化と共に生じる相変化の現象を Fig. 8 に示す。塗料状態が水リッチな状態(水相)から焼付けまでの間に水分が蒸発し塗料固形分が上昇することで、塗料中にわずかに添加している有機溶剤がリッチな状態(油相)に変化する相転換ポイントが存在している。相転換ポイントで水分吸収が大きくなると考えられる。

最適な下地ベース塗料固形分を求めるため、下地ベース塗料の水吸収量を測定した。水分吸収量は、Fig. 9に示すよ

うに、水を満たした毛細管をウェット状態の一定膜厚の下地ベース塗膜に接触させ、測定した水の減少量から求めた。水分吸収量を測定した結果を Fig. 10 に示す。予想に反して相転換ポイントよりも低い固形分60%で最も効率良く水分を吸収することがわかった。これは、相転換ポイントでは粘度測定ができないレンジまで粘度上昇するため、水の拡散の障害になっていると考えられる。また同時に測定した意匠ベース塗装後の意匠は、水分吸収が最大となるポイントで最も高い値を示している。このことから、意匠向上原理のひとつである水分移行は有効に機能していることが確認できた。

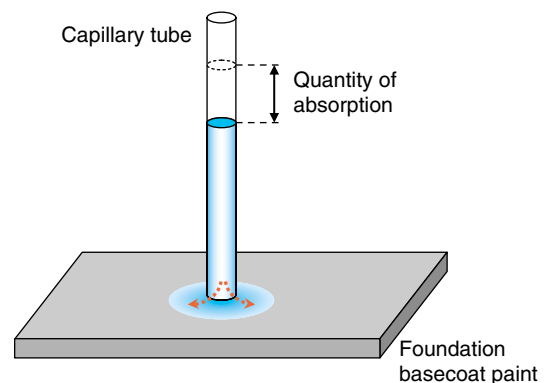


Fig. 9 Measurement of water absorption of foundation basecoat

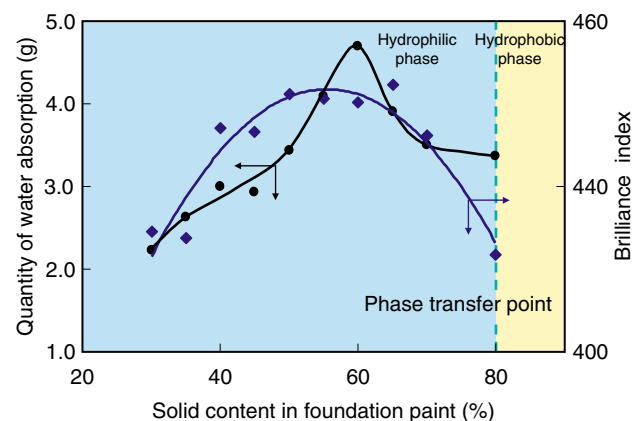


Fig.10 Solid content in foundation paint vs. water absorption and brilliance index

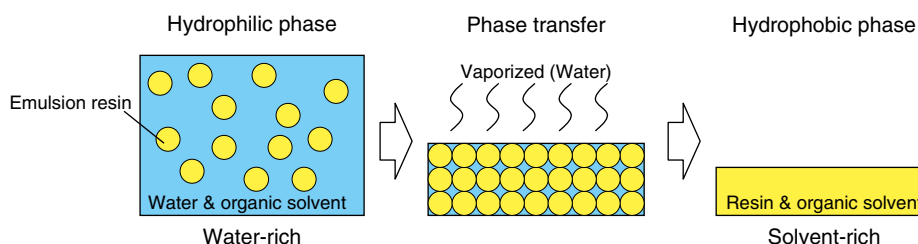


Fig. 8 Phase transfer in water-borne paint

3.3. 意匠ベース塗料粘度

意匠ベース塗料のアルミニウム顔料の流動が抑えられる粘度領域を、意匠ベース単独塗膜で測定した結果を Fig. 11 に示す。これから、アルミニウム顔料の流動を抑制する塗料粘度が $10\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上であることを確認した。また、この時の塗料固形分は、30%以上であった。下地ベース塗料固形分の最適値が60%であることから、意匠ベース塗料の水分が吸収された後の塗料固形分30%以上を達成するためには、意匠ベース塗料は10%以上必要であることが計算される。この効果検証として、塗装後の意匠ベースの粘度測定を試みたが、ベースコート全体の膜厚が $15\text{ }\mu\text{m}$ 程度と非常に薄膜であり、かつ、2種類の塗料を塗り重ねていることにより、塗装後の意匠ベース塗料のみの抽出が困難となり、粘度測定ができなかった。このため、意匠ベース塗料の固形分を変更させたときの意匠測定を実施した結果を Fig. 12 に示

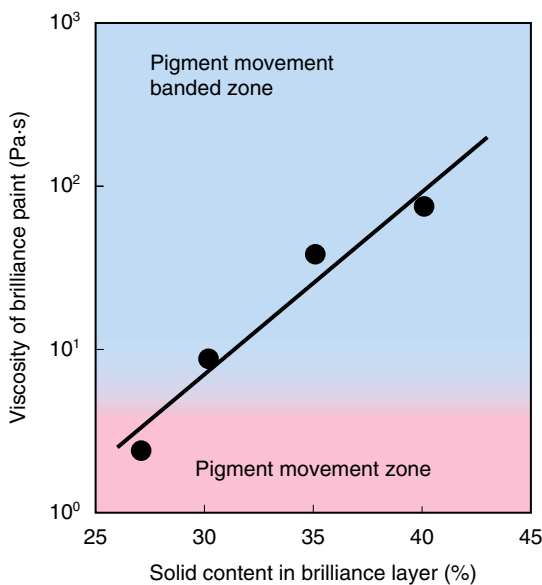


Fig. 11 Solid content in brilliance layer vs. viscosity

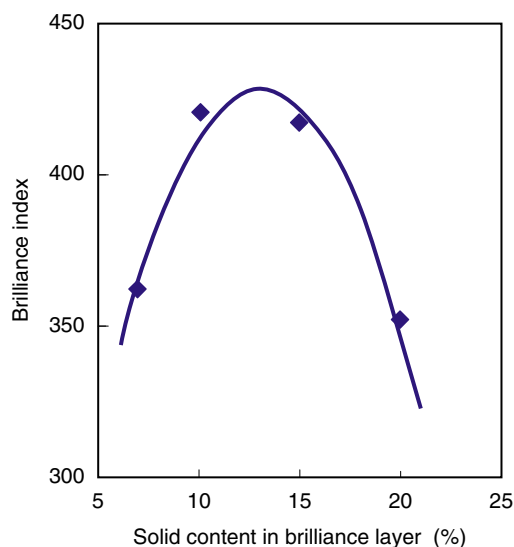


Fig. 12 Solid content in brilliance layer vs. brilliance

す。この結果、予想された10%の塗料固形分でアルミニウム顔料の配向が良好であることがわかった。また、意匠ベース塗料固形分が15%より高い領域では体積収縮効果の減少、10%より低い領域では粘度上昇の不足により、意匠が低下していると考えられる。

3.4. 意匠ベース塗料のアルミニウム顔料濃度

アルミニウム顔料濃度が意匠に影響する原因についての解析として、塗膜表面のアルミニウム顔料配向状態の観察写真を Fig. 13 に示す。この写真より顔料濃度が10%と低い領域では、顔料の表面被覆が十分でなく空白ができていることがわかる。これにより、下地ベース塗膜が透けて見えているため、意匠が低くなると考えられる。また、顔料濃度が40%と高い領域では、顔料の表面被覆は得られているが、アルミニウム顔料同士の干渉により顔料配向の乱れを生じている。従って、アルミニウム顔料の空白部位と干渉による配向乱れをなくす必要があることから、顔料濃度が要因の一つであることがわかった。

意匠ベース塗料の最適な顔料濃度を確認結果として、輝度値を測定したが、その変化が大きくないため、Fig. 14ではコントラスト値の測定結果を示す。この結果から、顔料濃度15-30%の領域で最も良い結果が得られた。表面拡大写真でアルミニウム顔料の状態を確認すると、顔料濃度20%は空白部分の存在が認められるが、顔料同士の干渉がなく良好な状態となっていることがわかる。

Pigment content	Picture at face
10%	
20%	
40%	

Fig. 13 Effect of aluminum pigment content

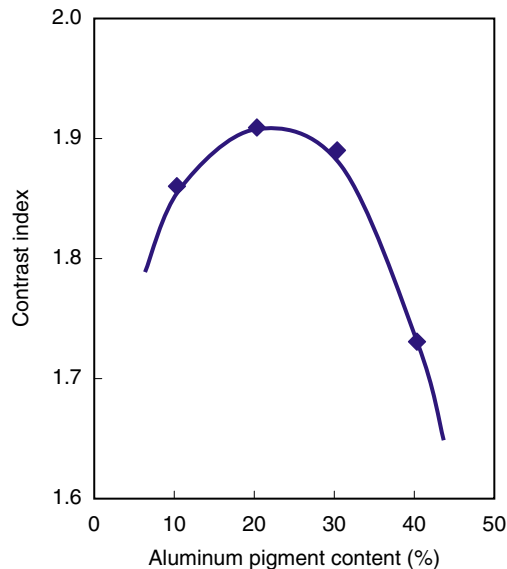


Fig. 14 Effect of aluminum pigment content vs. contrast

3.5. 下地ベース塗料と意匠ベース塗料間の溶解度パラメータの差

溶解度パラメータは、塗料中の樹脂や有機溶剤の混ざりやすさを示す指標である。このパラメータの値が近いと2種類の塗料が混合しやすくなり、また、値が大きく異なると混合しにくくなる。このことから、同じ溶解度パラメータをもつ下地ベース塗料と意匠ベース塗料の塗り重ねでは、Fig. 15 に示すように、ベースコート塗料間の混合が生じ、塗料内部の流動による顔料の動きが発生すると考えられる。

下地ベース塗料と意匠ベース塗料の溶解度パラメータ差(ΔSP)を変化させ、意匠を確認した結果を Fig. 16 に示す。 ΔSP が大きくなるに従い、意匠が向上していくことから、 ΔSP の効果を確認した。一方、 ΔSP を大きくした場合には層間の相溶性が低下するため、下地ベース塗膜と意匠ベース塗膜間の密着性低下が懸念される。塗膜切削法による塗膜間の密着力を測定した結果、 ΔSP が1.0以上の領域では密着力の低下することがわかる。

これにより、意匠と塗膜の密着性を両立するため、下地ベースの溶解度パラメータを調整することにより、下地ベース塗料と意匠ベース塗料との ΔSP を0.9-1.0の範囲で設定した。

3.6. 完成した塗膜の意匠

本システム設定を適用したシルバーメタリック塗料を作成し、意匠効果を確認した結果を Table 1 に示す。現在適用されているシルバーメタリック色(サテンシルバーメタリック)と比較すると、正面の輝きで2倍以上の値が得られており、コントラスト値でも大きく向上していることが確認できる。

Table 1 Comparison of color characteristic values

Item	Color characteristic value	
	Brilliance index	Contrast index
New system silver met.	520	1.87
Satin silver met.	196	1.49

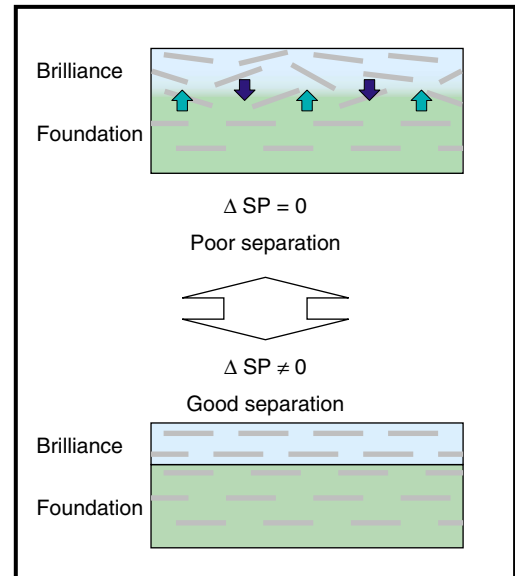


Fig.15 Influence of difference in solubility parameter

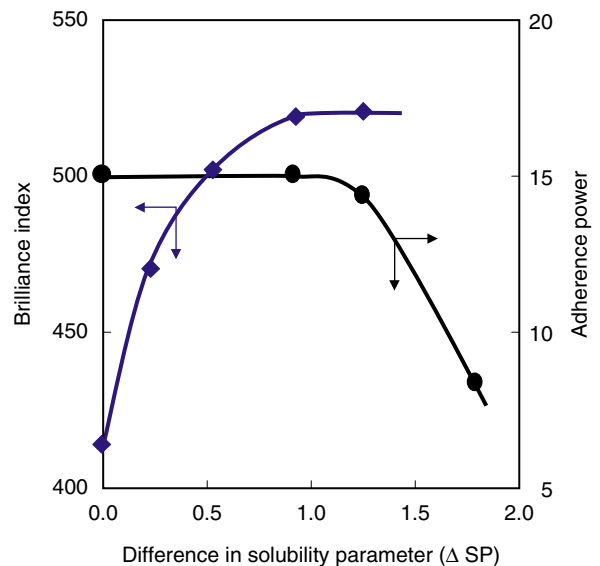


Fig. 16 Influence of difference in solubility parameter vs. brilliance and adherence power

4. まとめ

ベースコートを2層化し、下地ベース塗料と意匠ベース塗料の特性を調整することにより、従来塗色より正面の輝きと陰影性が向上し顔料粒子が見えない塗装システムを開

発し新型 CIVIC(Fig. 17)に適用した。本システムにおける塗料設定は、特殊な塗料樹脂やアルミニウム顔料を必要とせず、また、生産工程に制約を与えないため、現行生産ラインへのスムーズな導入を可能にするものである。



Fig. 17 This System was applied to the New Honda CIVIC (domestic version)

参考文献

- (1) 大村匡弘, 永野裕幸, 中尾泰志:超金属超ボディカラー トヨタ・ソアラ向け「コスモシルバー」の開発, 塗料の研究, No.140, p.20-28(2003)
- (2) 渡邊健太郎, 横山博志, 山中雅彦, 太田資良, 益子治, 越川恵子, 齋藤智好:金属調シルバーの開発, 塗装工学, Vol.39, p.366-345(2004)
- (3) 橋詰良樹, 長野圭太:色をつくる(3) アルミニウム顔料の最近の開発動向, 塗装工学, Vol.39, p.63-75(2004)

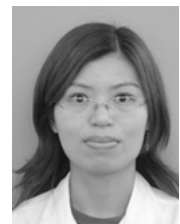
■著 者■



小川 剛 志



居 原 理



能 見 恵 美



倉 田 祐 介