

# 自動車内装用一液1コート金属調塗料の開発

Development of 1-Component 1-Coat Automotive Interior Metallic Paint

車輛産機・プラスチック塗料事業部  
自動車プラスチックテクニカルサポートグループ  
Rolling Stock, Machinery & Plastic Coating Dept.  
Automotive & Plastic Coating Technical Support Group



福原 良太  
Ryota Fukuhara

## 要 旨

近年、自動車内外装パーツではこれまでの一般的なメタリックシルバーから、差別化、高級化の中で高輝度金属調のような意匠を求める需要が高まってきている。

また、自動車分野では電動化や燃費向上を目的に金属からプラスチック部品への代替が進んでおり、金属に近い意匠を表現できる金属調塗料の採用拡大が見込まれる。現在、2コート、3コートでは次世代品の開発を進めているが、1コートでは未開発であった。そこで、塗装工数削減を目指し、今まで二液しかなかった金属調を一液1コートで表現できる自動車内装用塗料を開発したので報告する。

## Abstract

This report describes how developing 1-component 1-coat automotive interior metallic paint.

In recent years, it has been increasing demand for automotive interior and exterior parts have changed from general metallic silver to high brightness metallic design with the advancement of originality and luxury than ever before. Moreover, those automotive parts are changing from metal to plastic due to the electrification and improvement of fuel efficiency. Thus it is expected that the adoption of high brightness metallic paint which can express a design similar to metal is expanding. We are currently developing next generation products for 2 or 3 coatings other than 1 coating.

Therefore, we developed 1-component 1-coat automotive interior metallic paint to reduce the painting process.

## 1. はじめに

自動車内装には高級感や上質感がデザインニーズとして求められ、中でもめっきのような金属調意匠を求める需要が高い。湿式めっきや真空蒸着に比べ、塗装による金属調意匠は粒子感や輝度感に劣るものの、素材の形状やサイズによっては工程が簡便で作業性や量産性、コストメリットを生み出しやすい。これらを理由に金属調意匠を付与する加飾技術を塗装で代替したいという要望が強くなっている。一方、塗装現場では塗装の工数を短縮し、生産効率を上げることでコスト低減につながるため、塗装工数の少ない塗料が求められている。また、最近では美や健康への意識から屋外では日焼け止め(サンスクリーン)やそれを含んだ製品を使用する機会が増えている。使用したユーザーが車の内装部品に触れると薬剤が塗装品に付着し、はく離や外観不良の原因となる。このような背景から自動車内装部品に要求されるスペックにも耐サンスクリーン性が求められるようになり、自動車メーカーからも耐サンスクリーン性に優れた塗料の開発要望が多くなっている。<sup>1)</sup>

本報ではこれらのニーズを背景に、高い耐サンスクリーン性能を持つ内装用一液1コート金属調塗料を開発したため、その検討結果について報告する。

## 2. 意匠性の検討

金属調のような高い輝度感を実現させるためにはアルミをより均一に配向させ、光を正反射させる必要がある。そのためには樹脂の体積収縮による配向効果および塗膜表面の乾燥性を応用してアルミの配向を上手く制御することが重要である。そこで体積収縮率および乾燥性の高い樹脂を選択し、その樹脂割合が塗着時の乾燥性と輝度感に及ぼす影響を評価した。

### 2.1 評価方法

輝度感の評価は、乾燥後の塗膜に対して多角度測色

計(BYK-macI:BYK-Gardner社製)を用いて15°、25°、45°、75°、110°の明度(L\*)を測定し、フロップインデックス(FI)を用いて評価した。FIの算出式を式1に示す。<sup>2)</sup>

$$FI = 2.69 \times \frac{(L^*_{15^\circ} - L^*_{110^\circ})^{1.11}}{L^*_{45^\circ}{}^{0.86}} \dots (式1)$$

式1 フロップインデックス(FI)の計算式

### 2.2 結果と考察

アクリル樹脂と硬質樹脂の割合が85:15の塗料Aと70:30の塗料Bの2種類の塗料を用意した。

表1に1分後の塗着NV(乾燥前の塗料分質量に対する乾燥後の塗膜固形分質量の割合)と5分後の塗着NVおよびFI値を示す。

表1 塗着NVとFI値

	塗着NV (1分後)	塗着NV (5分後)	1分-5分	FI値
塗料A	20%	24%	4%	20.95
塗料B	19%	26%	7%	28.08

塗料Aと塗料Bを比較すると塗料Aは塗着NVが1分後から5分後での塗着NV差が4%であったのに対し、塗料Bでは7%と硬質樹脂の割合を増やすことで乾燥性が上がっていることがわかる。また、塗料A、Bの乾燥塗膜から測定したFI値を比較すると大きく上昇していることがわかった。

これは塗着時から乾燥時にかかる単位時間あたりのウェット塗膜体積収縮率が増加し、アルミの対流が抑制され、均一に配向しているものと考えられる。従って、塗料中のアクリル樹脂と硬質樹脂の割合が70:30になるように配合を設計した。

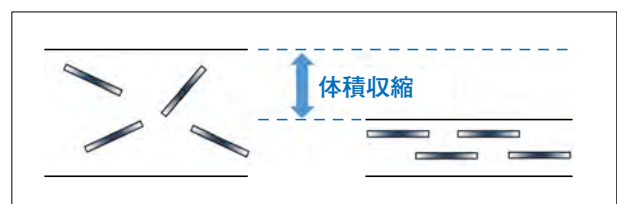


図1 樹脂の体積収縮によるアルミニウムフレークの配向効果<sup>3)</sup>

### 3. 溶媒の選定

金属調を開発する上では、塗料に使用する溶剤も高い意匠性を出すため、非常に重要になってくる。図2にヌレ性とアルミの配向性のイメージを示す。一般的に被塗物に塗着した時の粘度が低すぎて、ヌレ性が良すぎるとよりウェットな塗膜を形成し、その中で対流が起こり、アルミの配向性が悪くなる。一方、粘度が高すぎてヌレ性が悪すぎると不連続な塗膜を形成し、対流が起こらないため、アルミの配向性が悪くなる。したがって塗着後のウェット膜を最適な流動状態に保ち、適度なヌレ性を付与して配向性を制御することが金属調塗料には必要である。

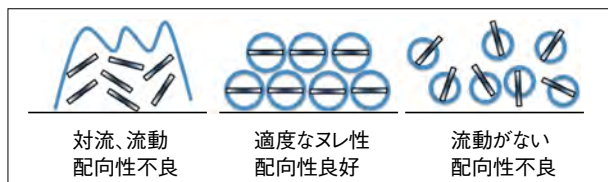


図2 ヌレ性とアルミの配向性のイメージ

そこで内部溶剤および希釈シンナーの適正化を行うため、まずアクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する溶解性について評価した。

#### 3.1 評価方法

樹脂1gに対して各種溶媒10mLを加え攪拌した後、目視で白濁や沈殿の発生を確認し、溶解性を評価した。

#### 3.2 結果と考察

アクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する溶解性の結果を表2に示す。

表2 アクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する相溶性と物性値

	沸点 (°C)	蒸発速度	表面張力 (dyn/cm)	アクリル樹脂との相溶性	硬質樹脂との相溶性
エステル系A	77	4.20	24.0	○	○
エステル系B	128	1.00	25.2	○	○
エステル系C	173	0.14	27.9	○	○
ケトン系A	80	3.70	24.5	○	○
ケトン系B	118	1.60	24.6	○	○
ケトン系C	170	0.20	23.2	×	×
アルコール系A	83	1.50	20.8	×	×
アルコール系B	108	0.64	25.4	×	×
アルコール系C	118	0.47	24.9	×	△
グリコール系A	120	0.71	25.6	○	○
グリコール系B	171	0.08	26.5	×	△
グリコール系C	229	0.01	28.8	△	×

表2に示す結果よりアクリル樹脂と硬質樹脂はアルコール系全般に溶けにくく、ケトン系Cやグリコール系B、Cにも溶けにくいことがわかった。

従来の一液アクリル樹脂塗料にはエステル系B、アルコール系B、グリコール系A、B、Cを使用していた。しかし、表2からアルコール系Bやグリコール系B、Cなどは今回使用するアクリル樹脂と相溶性が悪いことがわかった。相溶性の悪い溶剤が塗料中に含まれると粘度が高くなる傾向にあり、上述したように粘度が高すぎるとアルミの配向性が悪くなる。そこで、使用する溶剤が粘度と乾燥塗膜のFI値に与える影響を考察するため、従来の一液アクリル樹脂塗料に使用していた溶剤で作成した塗料C(エステル系B、アルコール系B、グリコール系A、B、C)と相溶性が良く、表面張力の比較的低いエステル系Cとケトン系Bを用いて新たに配合した塗料Dを作成し、比較検討した。結果を表3に示す。

表3 塗料粘度とFI値

	粘度 (KU)	FI値
塗料C	73	19.73
塗料D	60	28.08

粘度が高い塗料Cでは低いFI値が得られたが粘度の低い塗料Dでは塗料Cに比べて高いFI値を示す結果となった。これは相溶性の悪い溶媒を使用した塗料Cでは塗料粘度が高くなり、塗着時の粘度も高くなるため不連続な膜を形成し、アルミの配向性が悪くなったと考えられる。一方で、相溶性も良く、比較的低い表面張力を有する溶媒を選択した塗料Dでは塗着時の粘度が適正化され、ヌレ広がり、均一な塗膜を形成した。その結果、アルミの配向性が良くなりFI値が向上したと考えられる。

#### 4. 耐サンスクリーン性の検討

サンスクリーンなどの薬品に耐えうる塗膜を形成するためには、一般的に薬品分子が浸透しにくい塗膜を形成させる必要がある。具体的にはそのような塗膜を形成させるためには①樹脂の硬度を上げる手法と②樹脂に架橋構造を形成させる手法が考えられる。しかし、硬化剤を含まない一液塗料では後者は難しいと考える。特にプラスチック用塗料に用いられる二液塗料は主剤にポリオール、硬化剤にイソシアネートを用いるウレタン系のものが多く、この二つが乾燥時に反応することでウレタン結合を形成し、高分子鎖間に架橋構造が形成されることにより、耐サンスクリーン性においても、薬品分子が比較的浸透しにくい構造になる。

しかし、一液塗料では、このような硬化剤による架橋緻密化構造が得られない。そのため、前者である樹脂の硬度を上げる手法すなわちガラス転移点に着目して樹脂を検討することにした。

ガラス転移点(以下、 $T_g$ と略す。)とは、ポリマーの非晶領域において高分子鎖のセグメントがミクロブラウン運動を開始する温度である。ポリマーが $T_g$ 以下ではガラス状態に、 $T_g$ 以上ではゴム状態へと変化するものであり、一般的に $T_g$ が高いほど塗膜の硬度は硬くなるが、もろく密着性や機械的外力には弱くなる傾向にある。そこで、樹脂の $T_g$ が耐サンスクリーン性と密着性に及ぼす影響を評価した。

#### 4.1 評価方法

##### 4.1.1 耐サンスクリーン性<sup>4)</sup>

$T_g$ の異なる樹脂で塗料を作製し、ABS板にスプレー塗装した後、 $80^{\circ}\text{C} \times 30$ 分で乾燥させた。乾燥させた塗膜に日焼け止めクリーム0.5gを直接指で塗り、 $55^{\circ}\text{C} \times 4$ 時間で静置した後、磨耗試験を行った。




##### 4.1.2 付着性

一次密着性についてはクロスカット法(1mm幅、100マス目)にて確認し、耐湿付着性については $50^{\circ}\text{C}$ 、95%RH条件下で240H静置後、クロスカット法(1mm幅、100マス目)にて確認した。

#### 4.2 結果と考察

表2に主要な樹脂の $T_g$ がそれぞれ $60^{\circ}\text{C}$ 、 $70^{\circ}\text{C}$ 、 $95^{\circ}\text{C}$ の3種類の塗料を用いて作製した塗板の耐サンスクリーン試験結果を示す。

表4 サンスクリーン試験結果1




ガラス転移点 ( $T_g$ )	$T_g : 60^{\circ}\text{C}$	$T_g : 70^{\circ}\text{C}$	$T_g : 95^{\circ}\text{C}$
塗膜外観			
状態	跡付き著しい	跡付きが著しい	跡付きなし

$T_g$ が低い樹脂では塗膜の軟化が激しく、耐サンスクリーン性が得られないが、 $T_g$ が高くなるに従い、塗膜の軟化が抑制され、 $T_g$ が $95^{\circ}\text{C}$ の塗膜では外観変化が全く見られなかった。この結果から樹脂の $T_g$ が耐サンスクリーン性に大きく影響を及ぼすことがわかった。

$T_g$ の高さと密着性について検討するため、今度は $T_g$ が比較的高い $95^{\circ}\text{C}$ と $90^{\circ}\text{C}$ の樹脂およびこの $T_g$ 2種類の混合物(配合比1:1)の3種類の塗料について比較検討した。その結果を表3に示す。



表5 サンスクリーン試験結果2

ガラス転移点 (Tg)	Tg: 95°C	Tg: 90°C	混合物 (Tg: 95°C: 90°C = 1:1)
塗膜外観			
状態	跡付きなし	跡付きが著しい	跡付きあり
密着性	合格	合格	合格
耐湿付着性	凝集はく離	合格	合格

Tg95°Cの樹脂では表5で示したように耐サンスクリーン性については最も良好な結果を示したが、耐湿付着性ではく離する結果を示した。一方でTg90°Cの樹脂では耐サンスクリーン性の結果は悪く、耐湿付着性は良好な結果を示した。また、混合物についても耐湿付着性は良好であったが、耐サンスクリーン性についてはTg95°Cに劣る結果であった。

このことからTgの高い樹脂は硬度が上がり、高いサンスクリーン性能を示すようになるが、硬くなるが故に密着性には不利に働いたと考えられる。従って、サンスクリーン性と密着性のバランスをとるためにTgの高い樹脂と低い樹脂の量的適正化、もしくはP/B(顔料と樹脂の割合)を調整する必要がある。この塗料系では耐湿付着試験の結果が付着はく離ではなく凝集はく離であったため、最も耐サンスクリーン性の良かったTg95°Cの樹脂を選択し、P/Bの調整を図ることで付着性への対策を行い、耐サンスクリーン性および付着性にも優れる塗膜を形成することに成功した。

## 5. 耐つめ傷性の評価

さらに今回開発した塗料は薄膜(10-12μm)であることから耐つめ傷性などの磨耗性への性能が懸念される。そこで添加剤による耐つめ傷性の評価を行った。

## 5.1 評価方法

### 5.1.1 試験片の作成

添加剤なしの塗料Eに対してスリップ剤を添加した塗料F、ふっ素パウダーを添加した塗料G、ワックス剤を添加した塗料Hと4水準の塗料を作成した。その後、最も効果のあったワックス剤について添加量2%、4%、6%、8%、10%と試験片を作製し、耐つめ傷性の評価を行った。

### 5.1.2 耐つめ傷性試験

乾燥後の塗膜に対して、ガラスビーズ2.2kg荷重で50往復磨耗試験を行い、光沢変化率と明度変化量で評価した。(合格域: 光沢変化率: 160%以内、明度変化量: 1以内であること)

## 5.2 結果と考察

添加剤なしの塗料Eおよびスリップ剤を添加した塗料F、ふっ素パウダーを添加した塗料G、ワックス剤を添加した塗料Hの耐つめ傷性試験結果と輝度感の評価について表6に示す。

表6 耐つめ傷性と輝度感の評価1

		塗料E (添加剤なし)	塗料F (スリップ剤)	塗料G (ふっ素 パウダー)	塗料H (ワックス剤)
耐つめ傷性	光沢変化率 (%)	99.5%	101.0%	101.5%	109.3%
	明度変化量	-17.01	0.95	0.72	0.64
輝度感		○	×	×	×

添加剤なしの塗料Eでは明度変化量が-17と著しくNGであったが添加剤を含む塗料F、G、Hはいずれも良好な結果を示した。しかし、添加剤なしの塗料Eに比べていずれも輝度感が劣る結果を示した。

そこで最も結果の良かったワックス剤の量を2%から10%まで振って検討した結果を表7に示す。

表7 耐つめ傷性と輝度感の評価2

ワックス剤		2%	4%	6%	8%	10%
耐つめ傷性	光沢変化率 (%)	103.0%	107.0%	108.0%	114.0%	109.3%
	明度変化量	-0.74	-0.75	-0.80	-0.32	0.64
輝度感		△	×	×	×	×

ワックス剤2%添加では、塗料Eに比べて輝度感が若干劣るものの、添加量が少ないほど輝度感は良く、耐つめ傷性の評価においても十分な性能を示した。

これらの結果から、本開発塗料では添加剤の使用は塗膜の性能を高めるが、アルミフレークの配向を乱してしまい、輝度感を損なうため添加量と輝度感のバランスを考える必要があることが示唆された。

## 6. 開発品の性能

### 6.1 金属調塗料としての意匠性

現状ラインナップとしている各金属調塗料および今回開発した塗料のFI値を以下の表8に示す。

表8 各金属調塗料のFI値

塗料	タイプ	FI値
アクリタンHMG	二液1コート	26.28
アクリタンMY-51	二液2コート	24.90
スーパーブライトNo.2000	二液3コート*	27.41
開発塗料	一液1コート	28.09

開発した一液1コート塗料は、既存の各金属調塗料と同等の輝度感を有することを確認した。

### 6.2 種々の薬品に対する性能

開発した一液1コート塗料の種々の耐薬品性能を表9に示す。

後述の試験結果よりいずれの薬品試験においても良好な結果を示し、高い耐薬品性を有することを確認した。この結果より、各自動車メーカーの内装スペックに

含まれる特殊な薬品試験にも対応できる十分な品質を有していると判断する。

表9 種々の薬品試験結果

試験項目	条件	結果
耐サンスクリーン性 (耐日焼け止めクリーム)	薬品を塗布し、55℃で4時間静置後、外観が跡付きなく、磨耗試験で素地露出なく、鉛筆硬度が初期からの変化2級以内および付着試験ではがれなきこと。	合格
耐ブラバス性 (耐ヘアリキッド)	薬品を塗布し、80℃で7日間静置後、磨耗試験で素地露出なく付着試験ではがれなきこと。	合格
耐乳酸性 (耐皮脂汚染)	4.5%乳酸溶液をスポイトで滴下し、80℃で24時間静置した後、外観跡付きなく、引っ掻き強度試験で素地露出なし、付着試験ではがれなきこと。	合格
耐オレイン酸性 (耐皮脂汚染)	4.75%オレイン酸溶液をスポイトで滴下し、80℃で24時間静置した後、外観跡付きなく、引っ掻き強度試験で素地露出なし、付着試験ではがれなきこと。	合格

## 7. まとめ

T<sub>g</sub>の高いアクリル樹脂と硬質樹脂の比率を適切にコントロールすることにより、既存の各金属調塗料に劣らない輝度感と各自動車メーカー特有の薬品試験に合格する品質を兼ね備えた内装用一液1コート金属調塗料を開発した。また、開発した塗料は薄膜かつ塗装工数の少ない一液1コートであることから、塗装現場でのコスト低減に有用であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 小田集人:プラスチック用塗料の開発動向と今後の展開, P.87-89 (2016)
- 2) Hans-Joachim Streitberger, Karl-Fredrich: Automotive Paints and Coatings, P.181 (2008)
- 3) 木下拓哉, 井上貴公: DNTコーティング技報 No.19, P27-31 (2019)
- 4) 特開2014-208827